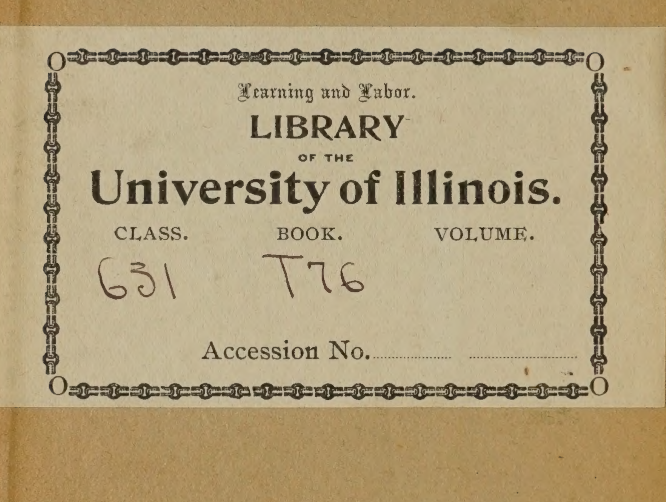
Bibliothèque
d'Horticulture et de Jardinage

G. TRUFFAUT

SOLS
TERRES ET COMPOSTS
UTILISÉS
PAR L'HORTICULTURE

PARIS
OCTAVE DOIN EDITEUR



BIBLIOTHÈQUE D'HORTICULTURE

(ENCYCLOPÉDIE HORTICOLE)

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. LE Dr F. HEIM

Professeur agrégé d'Histoire Naturelle à la Faculté de Médecine de Paris,
Docteur ès sciences,
Membre de la Société Nationale d'Horticulture.

A MON ÉMINENT MAITRE

MONSIEUR P.-P. DEHÉRAIN

De l'Institut.

CET OUVRAGE EST DÉDIÉ

Hommage reconnaissant,

G. TRUFFAUT.

SOLS
TERRES ET COMPOSTS

UTILISÉS

PAR L'HORTICULTURE

PAR

Georges TRUFFAUT
Horticulteur,
Diplômé de Grignon,
Lauréat des Sociétés Nationales d'Horticulture
et d'Agriculture de France,
et de la Société d'Agriculture et de Botanique de Gand.

PRÉFACE

DE

M. DEHÉRAIN, membre de l'Institut

PARIS
OCTAVE DOIN, ÉDITEUR
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1896

PRÉFACE

Le domaine de l'horticulture est immense et s'accroît chaque jour avec la prospérité générale : la production des légumes et des fruits hors saison, la culture des primeurs, la culture forcée prennent chaque année un plus grand développement ; nous aimons, en outre, à voir des plantes vertes dans nos appartements, les fleurs sont de toutes nos joies et de toutes nos douleurs ; nous en couvrons nos tables et lorsque nous conduisons à sa dernière demeure un de nos proches, le corbillard disparait sous les couronnes ; ce n'est pas seulement en France que ce goût s'est développé, il existe également en Angleterre, en Russie, et notre commerce d'exportation en profite largement.

Nos horticulteurs sont d'une adresse, d'une ingéniosité admirables, et c'est un ravissement pour les yeux que de passer devant une boutique de fleuriste et d'y voir entassés les azalées, les camélias, les roses et les lilas ; il y

a des fleurs pour toutes les bourses, et à côté de ces magnifiques corbeilles rehaussées de rubans abordables seulement aux bourses bien garnies, on voit à chaque carrefour les gerbes entassées sur les charrettes partout offertes, et il n'est si petite ouvrière qui ne puisse fleurir son corsage d'un modeste bouquet de violettes.

Cette réussite déjà si remarquable est purement empirique ; la science agricole qui date de soixante ans a été au plus pressé, à la grande culture, qui commence à peine à tirer parti de l'immense labeur accompli ; les notions acquises sur le développement des végétaux, sur les sols et les engrais peuvent aussi bien servir au jardinier qu'au cultivateur et il est du plus haut intérêt pour l'horticulteur de les mettre à profit.

M. Georges Truffaut va l'y aider ; il est bien préparé pour mener à bonne fin la tâche qu'il s'est donnée ; élevé dans le bel établissement de la rue des Chantiers à Versailles, il a vécu au milieu des fleurs, il les a vues naître sous ses yeux, il s'est épris d'elles, et s'est promis de chercher à les obtenir plus aisément et à meilleur compte qu'on ne le faisait encore ; très sagement dirigé, il a fait d'abord un stage en Angleterre, puis il est venu s'asseoir dans les amphithéâtres de Grignon ; c'est là que je l'ai connu : attentif, réfléchi, ardent et donnant au laboratoire toutes ses heures de loisir.

Il a voulu faire profiter les horticulteurs de sa jeune science et a écrit le volume que je suis heureux de présenter au public.

La première partie de cet ouvrage est consacrée à l'étude des sols, à leur formation, M. Truffaut considère successivement le sol comme soutien des plantes puis comme réservoir d'aliments.

Dans la seconde partie, il passe en revue les diverses terres employées en horticulture, siliceuses, argileuses, calcaires, humifères; il énumère les plantes auxquelles ces terres conviennent et indique les engrais qu'il faut y employer.

L'horticulteur fabrique souvent lui-même la terre qu'il emploie, M. Truffaut décrit ces mélanges : les terres de jardin, de bruyère, les terreaux de feuilles, les mousses, et les sables.

Après avoir donné dans le chapitre IX la composition des récoltes qui peut servir de guide dans l'emploi des engrais, M. Truffaut expose dans le chapitre X un brillant exemple de ce que produit la culture raisonnée ; elle est appliquée à l'*azalea indica*, cette plante admirable qui s'est tant répandue depuis plusieurs années, et qui, cultivée avec addition de nitrate de soude et de phosphate précipité, croît plus vite que lorsqu'elle ne reçoit que les maigres rations que lui donnaient les procédés empiriques employés jusqu'à présent.

M. Truffaut n'en est qu'à ses débuts, ils promettent ; guidés par la longue expérience de M. Truffaut père, appuyé par des connaissances qui deviendront chaque jour plus étendues, le jeune auteur rendra certainement de grands services à l'horticulture ; son ouvrage en est le garant.

P.-P. Dehérain.

SOLS, TERRES ET COMPOSTS

UTILISÉS

PAR L'HORTICULTURE

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

LES RAPPORTS DES PLANTES AVEC LE SOL

LA VIE VÉGÉTALE

Les plantes transforment les matières minérales et certains gaz de l'atmosphère en composés organiques très complexes ; formant ainsi la matière vivante aux dépens de corps inertes. Sans les plantes, les hommes, pas plus que les animaux, ne pourraient exister. Elles sont donc les intermédiaires nécessaires entre le règne minéral et le règne animal.

L'énergie solaire est emmagasinée sous forme de composés chimiques, ayant absorbé une grande quantité de chaleur pour leur formation, dans les tissus des plantes. Aussi, ce sont les plantes qui nous permettent d'utiliser les principales forces mises à notre disposition par la nature, soit le travail animal, soit la puissance calorifique produite par la combustion du bois et de la houille.

Nul n'ignore aujourd'hui que la houille est le

résultat de l'accumulation ancienne de débris végétaux minéralisés dans les couches profondes du sol, et que sa combustion donne la vie à nos puissantes machines qui transforment la chaleur en travail.

Le rôle des plantes ne consiste pas seulement à permettre l'existence de tous les êtres organisés à la surface de la terre et à servir de source d'énergie. Ce sont elles qui vivifient incessamment notre atmosphère viciée par la respiration animale et les résidus de toutes les industries humaines, en décomposant des quantités considérables d'acide carbonique et en dégageant par contre de l'oxygène réparateur.

Ce sont elles aussi, qui règlent le régime des eaux pluviales sous tous les climats et leur rôle à ce point de vue seul est si important, que, depuis les temps historiques, on peut citer des exemples de ruine complète de contrées autrefois prospères ; ruine survenue à la suite de la disparition de la végétation, ou mieux de grands déboisements.

On peut donc ainsi se rendre compte facilement de l'absolue nécessité des végétaux. Les variétés en sont innombrables et le nombre des espèces connues dépasse actuellement 400.000, présentant entre elles, des différences de conformation, d'aspect et de dimensions très grandes, Toutes, depuis les ferments microscopiques jusqu'aux arbres géants de nos forêts, ne sont organisées qu'en vue d'une seule et primordiale fonction, « la reproduction » :

Toute plante en effet naît soit d'une graine, soit d'un germe, et toutes ont leurs différents organes végétatifs disposés à assurer de la manière la plus parfaite l'assimilation, puis l'élaboration des éléments qui par leur association doivent plus tard constituer la semence.

A de très rares exceptions près, l'Horticulture, l'art de cultiver les plantes, ne s'occupe que des plantes Phanérogames ; laissant donc de côté la vie des végétaux cryptogamiques, nous nous occuperons tout d'abord de donner une idée générale de la vie des végétaux supérieurs. On peut la diviser en trois grandes périodes.

Au commencement du premier âge, la graine germe ; le premier organe qui apparaît est la racine ; peu après, se développe en sens inverse, dirigée vers le ciel, une tigelle portant d'abord un ou plusieurs cotylédons et enfin une feuille. Pendant cette première période, la racine est l'organe le plus important de la jeune plante ; c'est elle qui peu à peu va la fixer au sol en attendant le moment où la plante pourra y puiser les aliments nécessaires à son développement. Aussitôt que le système radiculaire devient suffisamment robuste, la jeune plante, acquérant chaque jour de nouvelles forces, développe sa tige et bientôt les jeunes feuilles apportent leur concours à l'alimentation du végétal. C'est le commencement du deuxième âge. A ce moment, l'appareil foliacé se développe de plus en plus, devenant bientôt plus important que le système radiculaire ; tous les organes sont jeunes, le travail chlorophyllien des feuilles et l'assimilation des éléments minéraux par les racines assure à la plante une parfaite nutrition. Peu à peu, les tissus se différencient, les organes reproducteurs se forment, grandissent, et sont bientôt aptes à la fécondation. Ce moment est le plus important de la vie de la plante et immédiatement après commence le troisième âge. C'est avant et pendant cette période que s'effectue ce phénomène si curieux qui a reçu le

nom de « migration ». Pendant tout le courant de son existence, la plante avait accumulé dans ses tissus, en particulier dans ses feuilles, une masse de matériaux nutritifs. A ce moment, ces corps se solubilisent peu à peu pour venir se condenser à nouveau, autour de l'embryon des graines en formation et constituer ainsi les réserves de matériaux nécessaires à la formation d'organes destinés à assurer la perpétuité de l'espèce. Puis, dans le cas de plantes annuelles, le végétal meurt, confiant ses semences au sol. Chez les plantes vivaces au contraire, après une période de repos plus ou moins marquée, les organes végétatifs travaillant sans relâche, produisent de nouveaux matériaux qui assurent à leur tour le développement des bourgeons et par suite la croissance indéfinie de la plante.

But de l'Horticulture.

Nous avons maintenant une idée générale de la vie des plantes. Nous allons examiner les raisons et le but des cultures artificielles.

1° L'horticulteur peut n'avoir en vue que la conservation de l'espèce végétale, avec ses caractères spécifiques, sa forme naturelle; soit dans un but scientifique, soit pour conserver un type de plante naturellement belle et pouvant être utilisée telle qu'elle est pour l'ornementation ou l'industrie. Dans ce cas, il doit s'attacher surtout à bien étudier la station ; c'est-à-dire le mode naturel de croissance de la plante et à reproduire ses conditions de vie naturelle aussi exactement que possible dans sa culture artificielle.

2° L'horticulteur peut aussi assimiler ses plantes

à des machines organisées en vue de la production de corps spéciaux utilisables industriellement ou au point de vue alimentaire. Il cherche alors à leur faire produire un poids maximum de cette matière, ne s'occupant pas s'il obtient ce résultat au détriment du développement futur de certains autres organes de ce végétal.

Dans ce cas, après avoir étudié la croissance naturelle de la plante, il cherche artificiellement à activer sa nutrition ; puis, peu à peu, à modifier son mode de végétation par une sélection continue au moyen de laquelle il cherche à obtenir l'amplification de l'organe riche en substance utilisable.

Cette exploitation raisonnée de la plante est en somme toujours la mise en valeur des réserves qu'entasse la plante dans ses organes, réserves destinées à la propagation de l'espèce.

Quelquefois, l'horticulteur n'a même pas intérêt à produire une matière industriellement utilisable ; son but est de faire développer d'une façon anormale soit les feuilles, soit les fleurs ou même les fruits, pour donner à la plante une valeur ornementale plus grande. Avec cet objectif, il a encore recours à la sélection ; mais alors l'étude de l'influence de l'alimentation devient d'une grande utilité.

Voici donc la conclusion à tirer de ces divisions :

Pour cultiver une plante quelconque de la manière la plus favorable, il faut d'abord, se bien rendre compte de son mode naturel de croissance en n'oubliant aucun facteur important de la végétation : composition du sol, régime des eaux et climatérique et influence de la lumière. Une fois ces points importants élucidés, on peut élever la plante en lui fournissant artificiellement tout ce que la nature

lui assure naturellement. Puis il convient de voir si ce végétal est parfait au point de vue pratique ; c'est-à-dire si on a intérêt à le modifier en vue de l'obtention de certains produits utiles, ou pour amplifier un de ses organes.

Au cas où la plante répond naturellement au desideratum cherché, l'horticulteur n'a qu'à imiter la nature de la manière la plus servile. Dans les deux autres cas, il convient de procéder à des études et à des recherches destinées à assurer à la plante un rendement maximum.

Les premiers jardiniers n'ont évidemment pas raisonné ainsi. Ils cultivaient leurs plantes en se livrant un peu au hasard, puis arrivaient à savoir après un certain nombre d'années d'expériences culturales, souvent fort onéreuses, quels étaient les meilleurs procédés de multiplication de cette plante, les sols qui lui convenaient le mieux (à peu près exclusivement au point de vue physique), ainsi que le degré de chaleur et d'humidité les plus favorables à son développement.

Ces connaissances si lentes à acquérir et si variables sous les divers climats se diffusaient peu à peu ; mais on peut difficilement imaginer quelque chose de moins scientifique. On a toujours en effet, une tendance à généraliser les idées de culture et tel procédé qui entre les mains d'un praticien habile donnait d'heureux résultats devenait dans un autre cas d'une application difficile. Et, cependant, c'est ainsi que peu à peu l'horticulture avançait. Les faits d'observation s'ajoutant les uns aux autres finirent par former une base d'informations qui permit de donner des règles suffisantes pour la culture générale de tels et tels genres de plantes.

Nous devons bien reconnaître qu'après des progrès sérieux, progrès réalisés par les incessants efforts de tous les praticiens, l'horticulture est ainsi arrivée à des résultats magnifiques. Mais quelle lenteur dans le procédé d'information, quel gaspillage d'argent et de plantes pour arriver à ces enseignements.

Aujourd'hui, la science moderne nous permet de raisonner et d'agir autrement; l'avenir de l'horticulture est dans la production à bas prix de produits d'un rendement élevé au maximum. Ce sont les frais généraux seuls qui doivent décroître dans une exploitation et la production qui doit être accélérée.

C'est la parfaite utilisation des sols, en raison de la connaissance des besoins exacts des plantes que l'on désire y cultiver, qui doit en partie faire atteindre ce but. La surabondance des produits utiles du sol ne doit pas être gaspillée en pure perte comme elle l'est aujourd'hui; il faut s'assurer de la parfaite utilisation de tous les éléments nutritifs contenus dans ses terres.

Cette manière de procéder permettra une culture véritablement intensive; une production rapide renouvelant souvent le même produit sur une même surface de terrain et les frais de production seront encore diminués de ce chef.

Pour arriver à ces résultats, qui actuellement peuvent encore sembler hypothétiques, il est indispensable de connaître exactement les besoins de chaque espèce et même de chaque variété de plantes, non seulement leurs besoins chimiques, c'est-à-dire l'alimentation qui leur est la plus favorable, mais leurs rapports avec la lumière, la chaleur et l'eau; leurs besoins physiques en un mot.

Les deux facteurs incontestablement les plus importants sont la lumière et l'alimentation.

Malheureusement, sur la lumière nous sommes encore à peu près sans moyen d'action. Nous pouvons bien modérer la lumière solaire quand le besoin s'en fait sentir; mais la production de lumières artificielles, l'utilisation de la lumière électrique par exemple, n'a pas donné jusqu'à présent les résultats auxquels on aurait pu s'attendre; et rien ne nous fait présumer que des tentatives d'un autre genre soient faites d'ici peu en ce sens. Mais, si nous sommes mal armés pour agir sur la lumière, nous pouvons fortement modifier l'alimentation de la plante en réglant la composition du sol et celle des eaux d'arrosage.

Ceci ne présente d'intérêt qu'à condition seulement de connaître les substances minérales qui sont indispensables pour la formation la plus parfaite et la plus rapide des tissus des plantes.

Les mêmes éléments minéraux existent toujours, mais en proportions très variables dans tous les végétaux. Ce sont le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le phosphore, le soufre, le potassium, le sodium, le magnésium, le silicium, le fer, le manganèse et le zinc en quantité infinitésimale.

Nous pouvons de suite faire remarquer que pour une même variété de plante, cultivée dans des conditions différentes, l'analyse chimique décèle souvent de grandes différences entre les quantités contenues du même élément; soit chaux, potasse ou acide phosphorique.

Ces différences de composition s'expliquent ainsi : les plantes sont comme tous les autres êtres vivants; elles se ressentent toujours de l'influence du milieu

où elles ont été élevées, et il importe peu, en somme, de constater ces différences. Elles prouvent seulement qu'on ne peut pas attribuer à chaque végétal une formule de composition fixe, invariable; mais que cette composition varie sous les influences extérieures. Ce fait constitue une preuve de la possibilité de la variation de types sous les influences extérieures.

Pour qu'une analyse chimique donnant la composition centésimale des éléments contenus dans une plante soit pratiquement utilisable, il faut : 1° que la plante analysée soit entière; car l'analyse d'un ou de plusieurs organes de cette même plante serait sans valeur (excepté au point de vue documentaire), et 2° que la plante analysée représente le type le plus pur, le plus beau et le plus amélioré de l'espèce. Ceci étant bien établi, les analyses subséquentes de plantes de la même variété, mais de vigueur ou de beauté moindre, comparées avec l'analyse de la plante type, donneront des indications très utiles sur les modifications à apporter à l'alimentation qui leur est habituellement offerte.

Au point de vue pratique, cette manière de procéder, la méthode, dite analytique, est extrêmement utile. Elle prend le végétal tout formé et déduit la composition de ses aliments de sa propre composition élémentaire. Or, tout en étant parfaitement scientifique, la méthode a un défaut, le manque de contrôle. Une autre méthode, dite synthétique, détermine exactement et expérimentalement la composition de l'aliment le plus favorable à la végétation optimum de la plante.

Il faut pour cela constituer un milieu artificiel de culture, formé soit simplement d'une solution sa-

line ou encore de sable siliceux inattaquable baignant dans cette même solution saline.

On connaît exactement le poids de chaque sel dissous dans la solution et, par tâtonnements, on arrive à constituer un liquide où la végétation est la plus belle. A cet effet, on fait varier la proportion de chaque élément contenu dans la solution, on le supprime même; et on examine l'effet de cette suppression ou de la diminution sur la beauté ou sur le poids de la récolte, selon que l'on peut peser ou seulement constater les résultats. On arrive ainsi à déterminer, après un temps assez long du reste, le milieu le plus favorable à la croissance de la plante. L'analyse élémentaire du végétal et la composition finale du liquide dans lequel a été faite la culture fournit un moyen précis de contrôle.

Cette méthode, appliquée rigoureusement, a donné les plus féconds enseignements sur le mode de nutrition des plantes sans chlorophylle (M. Raulin). Avec les plantes contenant de la chlorophylle, l'action des radiations solaires introduit un facteur qui ne permet plus d'opérer avec la même précision.

Voici, à notre avis, quelle serait la meilleure marche à suivre pour faire étudier la nutrition des plantes contenant de la chlorophylle.

Pour arriver à composer une solution saline propre au développement de cette plante, la première étude à faire serait celle de la concentration de ce liquide. Une quantité variable de chacun des éléments actifs, agit au maximum sur la croissance de la plante.

En deçà de cette quantité, elle est diminuée, au delà elle est ralentie, et à un certain moment la solution trop concentrée peut agir comme un véritable poison. L'expérience et l'observation directe seules,

peuvent donc donner le chiffre de production végétale maximum pour chacun des éléments. Il est bien entendu que dans ces expériences tous les composés nécessaires à la vie seront compris dans la composition de la liqueur. On ne fera varier que la quantité de l'un d'eux. Pour fixer une limite, le rapport de matière dissoute au poids d'eau dissolvant oscille entre 1/15 et 1/25.

A ce moment on prendrait le végétal sous sa forme la plus réduite ; à l'état de semence, germant, si possible, et on commencerait à le cultiver à la surface de cette solution, artificiellement aérée aussitôt que de jeunes racines se formeraient et immobilisée par du sable siliceux pour donner un soutien à la plante. Il faudrait avoir soin de maintenir la température optimum, c'est-à-dire celle la plus favorable au développement régulier du végétal. Dans les calculs destinés à établir le rendement, on ferait intervenir le temps, c'est-à-dire la durée de production de réserves ou de tous autres produits industriellement utiles.

Les chiffres les plus favorables au développement de la plante étant ainsi fixés, on constaterait soit une croissance en tous points semblable à la croissance normale ; ce qui prouverait que l'alimentation ordinaire est parfaite et n'a été aucunement modifiée : soit un développement plus rapide ou plus beau, et ce résultat n'aurait été que la conséquence d'une alimentation différente, il y aurait alors un changement de composition de la plante.

L'analyse du végétal obtenu servirait alors de moyen de contrôle.

On peut se rendre compte aisément de la difficulté et de la longueur d'un pareil travail qui devrait être entrepris, non seulement pour tous les genres, mais

pour toutes les variétés de plantes. Mais une étude ainsi terminée serait définitive et permettrait de résoudre un certain nombre de problèmes agronomiques dont la solution est actuellement difficile. Les plantes elles-mêmes pourraient nous renseigner sur l'état d'assimilabilité des composés minéraux du sol, et parfois aussi sur la nécessité de l'emploi d'engrais complémentaires sur des terres où l'analyse indique actuellement leur inutilité.

Il est utile dès maintenant d'attirer l'attention sur ces éléments complémentaires et les éléments que l'on peut appeler supplémentaires. On remarquera que, connaissant exactement la quantité d'éléments minéraux et azotés nécessaires à la vie de chacune des plantes, on peut mettre ces aliments à leur disposition beaucoup plus rapidement que la nature ne le fait en général. Ceci n'est que rationnel. Mais, si on vient à changer l'alimentation normale par surabondance, il se produit dans toutes les variétés de plantes cultivées, des modifications physiologiques intimes qui ont une grande importance quelquefois au point de vue pratique et ces modifications sont actuellement souvent causées par l'emploi irraisonné des engrais. Quelques exemples en donneront une idée nette, L'azote mis à la disposition des plantes sous forme de composés solubles est absorbé en grande quantité et favorise le développement rapide de toutes les parties vertes. Les feuilles se forment rapidement; mais il se produit souvent un manque d'équilibre entre l'alimentation azotée et l'alimentation minérale. Le travail chlorophyllien fournit des corps ternaires et l'assimilation des racines ne fournit pas une quantité correspondante d'éléments minéraux. La formation des organes re-

producteurs en particulier est ainsi très retardée, la migration ne pouvant s'effectuer dans ces conditions.

Au point de vue pratique, ceci peut présenter soit des avantages soit des inconvénients, les plantes cultivées pour leur feuillage ornemental bénéficieront de l'apport exagéré d'azote; celles qui le sont pour leurs fleurs ou leurs fruits en souffriront.

L'acide phosphorique appliqué en excès modifie aussi complètement l'aspect et la végétation de certaines plantes. Chez les Broméliacées du genre Vriesea par exemple, on constate pour les plantes ainsi traitées que la fleur apparaît après deux années et demie de culture; tandis que, dans les conditions normales, les hampes florales se montrent le plus souvent au commencement de la quatrième année.

Comme les organes foliacés des plantes qui ont reçu de l'acide phosphorique se sont développés normalement, on a ce résultat désavantageux au point de vue de la beauté du sujet, d'obtenir une fleur moins belle qu'on ne l'obtient généralement et sur une plante plus petite, mais beaucoup plus jeune, il est vrai.

Pour être complet, il faudrait signaler l'influence particulière de chacun des éléments sur le développement des végétaux, ce qui nous entraînerait beaucoup trop loin.

En résumé, en attendant que la méthode synthétique nous ait donné des résultats absolument définitifs sur la nutrition de chacune des espèces de plantes, attachons-nous dans nos cultures à obtenir, dans un temps minimum, des végétaux aussi normalement constitués que le sont actuellement les types considérés comme les plus beaux et les plus utiles au point de vue commercial.

Quand nous aurons résolu ce problème de la manière la plus économique, nous pourrons nous assurer par une série d'expériences directes de l'influence particulière de chacun des éléments sur la végétation, puis de l'influence des mêmes éléments combinés les uns aux autres et, alors, on pourra obtenir soit des produits plus beaux ou des rendements meilleurs, ce qui constituera le vrai progrès et la culture intensive.

Ainsi que dans la méthode synthétique, ce sont les expériences directes qui seules pourront nous renseigner sur les quantités de chaque élément complémentaire à ajouter aux terres dans les différents cas.

Nous nous sommes occupés jusqu'à présent de l'alimentation des végétaux qu'au point de vue complètement théorique.

Dans un avenir peut-être encore éloigné, on arrivera à faire entrer ces notions dans la pratique et à créer de toutes pièces des milieux de culture essentiellement favorables au développement de chaque espèce végétale cultivée. Actuellement cette manière de procéder est impossible à réaliser : en effet, nos connaissances chimiques sur les plantes ne sont pas encore assez étendues et le coût des recherches à opérer ne serait pas compensé par des résultats pratiques bien lentement obtenus.

Il nous faut donc utiliser pour le mieux les matériaux de soutien et de nutrition, les terres, que la nature met à notre disposition et qui ont été consacrés par la pratique horticole; mais les utiliser de la manière la plus rationnelle, c'est-à-dire en se rendant un compte aussi exact que possible de leur rôle et de leur action sur la nutrition des plantes; enfin, de voir si on peut les rendre plus propres à

une culture déterminée qu'elles ne le sont naturellement, en leur ajoutant artificiellement ce qui leur manque. Avant de songer à les améliorer, il nous faut donc nous attacher à étudier nos terres, au point de vue de leur composition et de leurs propriétés diverses. C'est le but du présent ouvrage de fournir le plus possible de renseignements sur cette importante question.

Avant d'entrer dans l'étude détaillée des sols, il nous semble indispensable de montrer la grande différence qui existe entre cette partie de l'horticulture où le cultivateur opère dans des terres artificiellement préparées, mélangées, ou du moins mis à la disposition des plantes; en un mot, la petite culture maraîchère, la floriculture de plein air et toutes les cultures en pots de plein air et de serres et l'autre grande branche de l'horticulture, la plus importante sans nul doute, qui obtient tous ses produits dans des sols quelquefois modifiés, mais toujours naturellement en place ; la sylviculture, l'arboriculture et la grande culture maraîchère.

Dans la première division horticole, l'horticulteur règle à son gré, à peu près, pourrait-on dire, toutes les conditions de la végétation. Il peut modérer l'intensité de la lumière, la quantité d'eau offerte aux plantes et régler la composition du sol, par suite celle de l'aliment de la plante, il peut aussi agir sur la température ; en un mot, son intervention est absolument nécessaire à la croissance du végétal. C'est dans cette branche de l'horticulture que les améliorations pourront le plus rapidement se faire sentir ; en effet, dans l'autre partie nous sommes à peu près dans les mêmes conditions que la grande culture agricole. De nombreuses causes d'erreurs surgissent

incessamment dans les expériences et viennent contrarier souvent les tentatives d'améliorations. D'un point extrêmement rapproché d'un autre, la composition, l'épaisseur et les propriétés physiques et chimiques du sol varient. D'une saison à l'autre, les prévisions climatériques se trouvent être absolument fausses; en résumé, les conditions générales d'expériences sont beaucoup moins favorables. Malgré toutes ces difficultés, on ne peut voir sans admiration quels progrès incessants les études agronomiques impriment à l'agriculture depuis vingt ans seulement: l'augmentation sans cesse croissante des rendements et de la qualité des produits. C'est donc un encouragement pour la petite culture qui est placée dans des conditions de production beaucoup plus favorables et aussi mieux outillée pour l'application des connaissances théoriques à la pratique.

CHAPITRE II

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES SOLS

Nous venons d'étudier rapidement les besoins des plantes, et nous avons vu quel rôle important le sol était destiné à jouer à leur égard; non seulement comme source d'aliments, mais aussi comme soutien.

Il convient de donner une idée de la formation de ce sol et de ses principaux éléments constitutifs. L'histoire de la formation du sol nous amène à voir comment s'est agglomérée la croûte terrestre. C'est en effet à la suite d'altérations successives de cette croûte que la terre arable a été obtenue ; voyons rapidement comment elle a été produite.

A l'origine, la terre, masse fluide qui venait de se former par la réunion de masses de dimensions moindres, roulait dans l'éther. Peu à peu le refroidissement commença, bientôt la surface extérieure se figea, formant une pellicule ou mieux une coque; soulevée incessamment par de torrentueux dégagements gazeux d'oxygène, d'hydrogène, de vapeur d'eau et d'acide carbonique. Dans les espaces interplanétaires, la condensation de la vapeur d'eau se produisait; la pesanteur la ramenait à l'état de pluie qui était revolatilisée à nouveau en empruntant chaque

fois de la chaleur à la masse qui ainsi se refroidissait. La coque devint bientôt fixe, bouleversée par les mouvements internes; elle affecta une surface rugueuse et conserva des bouches éruptives, les volcans, pour les épanchements extérieurs. L'eau commença à ruisseler à la surface, forma les ruisseaux, puis les mers.

Les masses fluides qui s'étaient solidifiées étaient surtout composées de roches silicatées; le résidu de ces roches lavées par les eaux constitua le granit. Ces roches contenaient tous les éléments minéraux que nous trouvons aujourd'hui répandus dans la nature; mais en proportions très variables; elles renfermaient en abondance de la silice, de la potasse, de la chaux, de la soude, de l'alumine, de la magnésie et de l'oxyde de fer.

Les premières influences extérieures qui s'exercèrent sur ces roches furent toutes chimiques. L'atmosphère était à ce moment extrêmement riche en acide carbonique, l'eau chargée de ce gaz rendit soluble une partie de la potasse, de la chaux, de la magnésie et des autres bases et forma ainsi des bicarbonates. Ces bicarbonates, quand la tension diminuait, perdaient bientôt une certaine quantité d'acide carbonique et redonnaient des carbonates insolubles ou peu solubles. C'est ce phénomène qui permet d'expliquer l'accumulation des énormes masses de calcaire (carbonate de chaux), et de dolomie (carbonate de magnésie).

Ces masses se formaient souvent au fond de la mer; quelquefois aussi des phénomènes volcaniques enserrant de pareilles couches sous de nouvelles coulées de matériaux fluides et d'une température extrêmement élevée produisirent les roches comme

les marbres et quelques-unes des pierres précieuses.

Si on examine une roche, comme le granit, on voit qu'elle est constituée par des grains de feldspath, de quartz et de mica. Ces grains sont associés en très diverses proportions. Ce feldspath est formé de silicate d'alumine et de potasse avec des quantités variables de chaux, de magnésie ou de soude. L'action de l'acide carbonique sur le feldspath forma des bicarbonates de chaux, de soude et de magnésie, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut. Sur le silicate d'alumine, l'eau exerça une action mécanique, l'hydrata et, en le transportant, forma les terrains argileux, ou pour mieux dire les masses argileuses. Le quartz fut inattaqué, l'eau le transporta plus ou moins facilement, suivant la grosseur des grains; et il se forma ainsi des sables siliceux.

Quant au mica, qui est un silicate d'alumine et de magnésie, il fut aussi enlevé par les eaux, puis lentement attaqué, donna naissance à de l'argile et du carbonate de magnésie.

Ceci donne une idée très génératе de la formation de trois des éléments principaux contenus dans nos terres : le sable ou silice, l'argile (silicate d'alumine hydratée) et le calcaire (carbonate de chaux). Remarquons que le granit est d'une composition extrêmement variable et qu'il ne constitue pas à lui seul la masse des roches primitives (des roches qui constituèrent la croûte terrestre). Chez les roches dites gneissiques et qui datent de la même époque, le mica prédomine; les schistes et micaschistes sont surtout formés de quartz et de mica et les porphyres ne contiennent à peu près que du quartz et du feldspath. On conçoit que, suivant leur composition par-

ticulière, ces types de roches donnèrent lieu à un mélange en proportions très variables de calcaire, d'argile et de sable.

A la suite de circonstances particulières et que nous ne pourrions étudier ici en détail, les roches primitives et aussi les dépôts soit argileux, soit calcaires ou siliceux, furent en certains endroits recouverts de roches ignées, à la suite de phénomènes volcaniques. L'action de l'eau et de l'acide carbonique s'exerça à nouveau et sur les roches éruptives et sur les roches résultant de l'action de la chaleur, il se forma de nouveaux dépôts. Au reste, ces transformations des matières minérales ont lieu continuellement, l'action mécanique de l'eau, le frottement, l'influence de la gelée et aussi celle de l'acide carbonique de l'air produisent journellement de nouvelles quantités de silice, de calcaire et d'argile. Sur certains points, où la formation de la terre végétale (sans humus encore) avait été heureusement bien assurée ; à une époque qu'aucune science ne peut fixer, un jour vint où un germe, une cellule organisée fut déposée. Elle était de provenance planétaire ou tout autre et fut en tous cas l'origine de la vie. Ce Végétal, si on peut appeler ce rudiment d'être organisé un végétal; qui trouva un milieu convenable à sa croissance, fut peut-être capable comme l'est de nos jours le ferment nitrique d'arracher le carbone des carbonates et de décomposer l'eau pour trouver l'énergie nécessaire à son développement ; végétal rudimentaire qui s'adapta aux conditions de milieu où il se trouvait, se différencia peu à peu et finalement devint la source du monde organisé. Comment ? mystère ! Toujours est-il que les plantes apparurent, se développèrent et bientôt vinrent

ajouter leur action aux autres actions mécaniques de désagrégation des roches, enfonçant leurs racines dans les fissures et fixant par leur présence même le régime des eaux.

Ces plantes mouraient sur la terre qui les avait nourries. Leurs organes se flétrissaient et tombaient sur le sol. Le développement des êtres organisés inférieurs avait suivi de près le développement des plantes. Nous avons actuellement la preuve qu'à l'époque houillère, à cette période où s'accumulèrent les débris végétaux dont la minéralisation a formé la houille, vivaient des Micrococcus; des êtres microscopiques. Un de ces Micrococcus, le M. Guignardii, avait la propriété de dissoudre la cellulose; l'autre, le M. Hymenophagus, s'attaquait à la cloison médiane des cellules et permettait ainsi leur différenciation. Ces deux microbes donnaient la liberté aux protoplasmas qui étaient jusque-là plus ou moins antiseptiés par les produits ulmiques ou tanniques. Abandonnée sur le sol, la matière organique se déforme, subit des modifications chimiques profondes. Les composés carbonés peu à peu s'oxydent, se brûlent au contact de l'air, restituant à l'atmosphère, sous forme d'acide carbonique et d'eau, le carbone l'hydrogène et l'oxygène qui lui avaient été empruntés.

La substance s'enrichit en azote, par suite de la diminution relative du carbone. L'influence de l'air se faisant de plus en plus sentir, les composés tanniques s'oxydent, communiquant au tout une teinte brunâtre. A ce moment les cellules commencent à se désorganiser. Les liquides protoplasmiques riches en hydrates de carbone deviennent le siège de fermentations alcooliques sous l'influence des

acides qui se développent pendant la première partie de la décomposition. Mais cette production d'alcool cesse peu à peu à cause de la saturation du milieu, alors commencent et se succèdent les fermentations lactiques puis acétiques et butyriques. Tous ces ferments profitent par leur nutrition propre de la vie antérieure et des réserves des plantes qui sont en décomposition et dont ils désagrègent les tissus. Pendant ce temps, à la surface extérieure des matières, se développent les mycélium, ou rameaux nourriciers des végétaux cryptogamiques inférieurs, qui eux aussi vivent aux dépens de leurs soutiens.

Bientôt la substance fourmille de bacilles et de bactéries. Il se dégage des gaz odorants ou inflammables (les feux follets n'ont pas d'autre origine que la décomposition de débris animaux). Une partie des composés azotés sont transformés et viennent constituer les noyaux protéiques des microbes qui ne cessent de se reproduire avec une effrayante rapidité ; l'autre partie reste combinée aux éléments de l'eau, mais la richesse proportionnelle en azote de la substance est considérablement augmentée.

Peu à peu, sous toutes ces influences combinées, la matière organique se détruit et disparaît presque complètement ; elle pourrait disparaître totalement et seuls les éléments minéraux seraient restitués au sol si certaines causes ne venaient entraver sa décomposition. Les actions oxydantes de l'air d'abord peuvent être beaucoup moins actives si la substance décomposable est dans un milieu très humide ou même dans l'eau. Cette raison explique la formation des tourbières. La substance peut aussi être préservée des attaques microbiennes par des antisepti-

ques. Ceci explique la présence actuelle de résines fossiles (ambre). La nature même de la matière organique est d'une grande importance à ce sujet, les parties ligneuses sont beaucoup moins rapidement décomposées que les tissus sans consistance.

C'est donc ainsi que peut s'expliquer l'accumulation de nombreux débris végétaux dans un état de décomposition peu avancée sur certains points. Ces débris qui changent continuellement de texture, de volume et de composition relative contiennent, sous un volume réduit, sauf pour le carbone, l'oxygène et l'hydrogène, la presque totalité des éléments minéraux qui ont servi à leur formation.

L'association de ces éléments minéraux avec les matières organiques, forme des composés très facilement décomposables, extrêmement difficiles à bien définir au point de vue chimique et qui ont reçu le nom général d'humus.

Sur les sols qui résultaient de l'action et de l'érosion des eaux sur les roches primitives et sur les terrains de transport, l'humus s'accumula ainsi peu à peu leur communiquant un ensemble de nouvelles propriétés physiques et chimiques qui en modifièrent complètement la nature et permirent le développement de végétaux plus exigeants et d'une organisation de plus en plus compliquée.

Certaines plantes ne semblent pas avoir besoin de la présence de l'humus pour s'accroître et se reproduire, mais dans la plupart des cas, son action sur la végétation est bien manifeste. Aussi les sols désignés sous le qualificatif de terres arables en contiennent-ils une proportion notable. La terre franche, le type par excellence des terres fertiles, la terre arable la plus parfaite, possède un certain nombre

de propriétés physiques et chimiques qui la rendent au plus haut point propre à la plupart des cultures.

Contenant une certaine quantité de sable, elle est perméable à l'eau et à l'air; plus elle en contient, plus elle est perméable. Cette condition est primordiale pour la vie des plantes; en effet, non seulement les racines assimilent les substances minérales et l'eau qui servent à l'alimentation de la plante, mais elles respirent et nécessairement requièrent une certaine quantité d'oxygène. Dans les terres imperméables, les racines pourrissent facilement, il se forme rapidement de l'alcool dans les tissus, ce qui peut causer des maladies et des troubles alimentaires graves. Le drainage a pour but de remédier à cette imperméabilité. La circulation de l'air provoque la désagrégation plus rapide des composés organiques et leur prompte mise en valeur. La circulation de l'eau assure la dissolution plus rapide des matériaux constitutifs, par conséquent, une plus grande facilité de leur assimilation par les plantes, ainsi que nous le verrons plus loin, et aussi, l'appauvrissement de l'atmosphère du sol en acide carbonique, ce qui assure la vitalité des ferments aérobies qui jouent un rôle si important.

Si la terre est trop riche en sable, elle devient mobile, c'est-à-dire que ses particules se séparent très facilement les unes des autres, sous l'influence de la sécheresse ou du froid. La présence d'une petite quantité d'argile modifie heureusement cette propriété, la terre est alors moins facilement désagrégeable; l'argile en effet a un pouvoir rétentif au sujet de l'eau, beaucoup plus considérable que le sable et la perméabilité devient moindre, ce qui, dans certains cas, est avantageux. Si cependant la

proportion d'argile devient trop forte, la terre très peu perméable est en outre susceptible de subir les phénomènes de retrait. Ses molécules s'agglomèrent en fragments qui se séparent les uns des autres quand la proportion d'eau contenue vient à être diminuée par une sécheresse trop prolongée. Il se forme des crevasses nombreuses, la terre se fendille. Ceci offre de grands inconvénients au point de vue pratique. Les radicelles et le chevelu des racines, toutes les surfaces absorbantes, sont détériorées ou même détruites; la terre doit subir des arrosages prolongés avant de revenir à son état normal, car l'écoulement de l'eau se fait trop rapidement par toutes les cavités naturellement formées.

Les fines particules si plastiques dont l'ensemble forme les masses argileuses sont coagulées, immobilisées par une très faible quantité de calcaire qui joue, dans ce cas, un peu le rôle de ciment, en associant intimement les grains de sable aux particules d'argile; le retrait est ainsi rendu beaucoup moins facile. Mais il faut bien remarquer que si le taux de calcaire est trop élevé, les propriétés générales sont de nouveau entièrement modifiées. Comme pour les terres siliceuses, la perméabilité est exagérée, l'influence de la sécheresse trop accentuée.

On conçoit déjà quelles différences les proportions variables d'association de ces trois éléments impriment aux sols. La présence de l'humus en corrige un peu les défauts. C'est l'humus qui produit incessamment de l'acide carbonique. Celui-ci, soluble dans l'eau, attaque le calcaire; il se forme des bicarbonates qui coagulent l'argile, rendant ainsi les terres moins plastiques. Dans les terres légères, l'humus peut, pour ainsi dire, remplacer l'argile; il a alors

des propriétés plastiques, soude les unes aux autres les particules sableuses et retarde la pénétration et surtout l'évaporation de l'eau. Sa présence dans les terres argileuses, au contraire, produit un tout autre effet; il les divise, leur enlève leur plasticité, y facilite le passage de l'eau et des instruments de culture. On exprimait autrefois ces qualités de l'humus en disant qu'il dompte et assouplit les terres fortes et donne du corps aux terres légères.

En résumé, la terre franche représente une association de sable, d'argile, de calcaire et d'humus en proportions telles que les qualités et les défauts de chacun des éléments sont pondérées par leurs influences réciproques. Il nous est impossible à ce sujet de donner une composition définie, expression de la terre franche parfaite. Ce type est variable suivant la composition même de l'humus, du calcaire et de l'argile.

Au point de vue chimique aussi, cette association est des plus heureuses; le sable apporte la silice, élément inerte, et contient aussi un peu d'oxyde de fer. L'argile renferme de l'alumine (il est curieux de faire ici remarquer que ce corps, si abondamment répandu dans la nature, ne se retrouve pas dans les plantes), de l'oxyde de fer et de la potasse. Le calcaire est presque uniquement composé de carbonate de chaux, mais en général il contient de la magnésie et de l'acide phosphorique. L'humus, lui, au point de vue de sa composition, reflète la composition du sol sur lequel il a été produit, mais en tous cas c'est lui qui est la source de l'azote, l'élément le plus utile aux plantes.

Il se peut cependant qu'une terre ayant une composition physique heureuse soit infertile, ou inculti-

vable. Ceci se produit quand la couche de terre arable est de trop faible épaisseur, aussi quand elle repose sur un sol rocheux ou autrement imperméable.

A la longue, la meilleure terre franche peut devenir peu fertile par la présence d'un excès d'humus qui joue alors le rôle de l'argile, avec l'inconvénient en plus de former un milieu acide, impropre à la végétation.

L'apport accidentel ou naturel de certaines substances comme le soufre, le sulfate de fer (qui se produit souvent par l'oxydation à l'air de pyrites (sulfure de fer), ramenées à la surface du sol par les opérations culturales) ; la présence du sel marin déposé à la suite d'inondations par la mer, ou par toutes autres causes, rendent également la terre infertile.

La meilleure des terres franches peut devenir stérile quand on épuise ses réserves nutritives en les exportant au loin sous forme de produits, bois, graines, pailles ou fleurs, sans rien lui restituer.

Ce court exposé démontre la nécessité absolue de nous occuper de la composition et des propriétés physiques avant d'étudier les propriétés chimiques des sols qui nous intéressent.

CHAPITRE III

LE SOL SOUTIEN DES PLANTES

L'étude des rapports physiques du sol avec les plantes est du plus haut intérêt pour les horticulteurs. On peut dire le plus souvent que, quand tous les besoins physiques d'un végétal sont assurés, sa culture devient facile, même en lui fournissant une alimentation dissemblable de celle qui lui est offerte par la nature. Dans la plupart des cas on peut modifier facilement l'alimentation fournie aux plantes par les sols où l'on fait des cultures artificielles, en leur ajoutant le complément des substances nécessaires à leur vie et qui y font défaut, cela sous une forme incapable de changer leur texture moléculaire ou de modifier leurs propriétés physiques. Il nous semble utile de donner ici un exemple : « Les récits des explorateurs et des collecteurs d'Orchidées nous apprennent que certaines variétés de Cypripedium se trouvent exubérantes de vigueur et de beauté dans des poches rocheuses contenant des terres compactes, glaiseuses et y prospèrent à merveille. En même temps, ils ont soin de nous montrer ces plantes baignées à l'aube d'abondantes rosées, quelquefois soumises à l'action de la vapeur d'eau ou plutôt de l'eau pulvérisée entraînée par le vent

qui fouette les cascades près desquelles on trouve ces plantes.

Si, dans nos cultures, nous essayions de reproduire ce mode naturel de croissance, nous n'obtiendrions aucun résultat; mais si, par contre, nous mettons à la disposition de ces Cypripedium un compost très perméable, léger, formé de racines de Polypodium et de Sphagnum frais haché, elles acquièrent une vigueur comparable à celle qu'elles montrent dans leur station naturelle à condition de maintenir ce compost toujours humide.

Ainsi la différence entre la croissance naturelle et la culture artificielle réside dans le mode particulier d'absorption de l'eau. Dans la nature, surtout les parties aériennes des plantes en sont baignées et en absorbent; dans les serres, où la température est artificiellement élevée, nous ne pouvons obtenir, malgré l'eau répandue, malgré les bassinages, une saturation de l'air, une humidité aussi constante avec une chaleur aussi élevée que dans le pays d'origine. C'est dans le compost poreux gorgé d'eau où peuvent facilement se développer de longues racines que l'absorption aura lieu. Les Cypripedium n'y trouveront pas, bien certainement, les mêmes éléments minéraux que dans la terre glaise, mais ces éléments, nous pourrions très facilement les leur fournir sous forme de solutions salines et en général l'eau d'arrosage donnée en abondance les apporte en quantité suffisante.

Il est vrai aussi que des végétaux placés dans un sol ayant des propriétés différentes de celles de la terre où ils sont habituellement cultivés peuvent, peu à peu modifier leurs racines ou autres organes d'absorption. Mais ces changements sont lents, la

tendance à la modification s'accentue par hérédité ; après plusieurs générations, les plantes se sont tout à fait appropriées au nouveau milieu où elles sont appelées à vivre. Nous avons pu constater un exemple de ces phénomènes chez les Broméliacées du genre Vriesea. Ces plantes ont en général de longues et très fines racines brunes, quand on les cultive dans un milieu très poreux où elles peuvent trouver de l'acide phosphorique et de la potasse facilement et en grande quantité ; leurs racines sont beaucoup plus courtes, plus épaisses, blanches et presque molles.

Cependant, si les propriétés physiques des terres sont du plus haut intérêt au point de vue de la culture des plantes, il faut pourtant réagir contre l'emploi exclusif de terres comme le terreau de feuilles de Gand, qui sont utilisées pour tous les genres de plantes, sans recherche aucune de leurs besoins alimentaires de ces dernières et simplement parce que leurs propriétés physiques sont convenables pour la majorité des espèces cultivées.

En résumé, fournissons aux végétaux que nous cultivons des sols, adaptés pour le mieux à leurs besoins physiques, mais ne négligeons jamais non plus leur étude au point de vue des substances utiles aux plantes et les moyens de leur ajouter des éléments complémentaires sans modifier leur texture ni leurs propriétés physiques.

Pendant la période de multiplication des végétaux, le choix des matériaux de soutien ne doit être basé absolument que sur des considérations physiques. Il s'agit, en somme, de faire produire et croître rapidement en peu de temps des organes jeunes, soit qu'on veuille faire développer des bourgeons axillaires, des racines adventices, ou même

des cellules cambiales, comme cela arrive pendant la soudure des greffes. Il faut toujours opérer dans un milieu où la température soit un peu élevée, constante, l'évaporation peu active : un sol extrêmement meuble pour faciliter le passage des jeunes racines, très perméable pour pouvoir permettre une rapide aération et doué vis-à-vis de l'eau d'une faculté d'absorption assez considérable. Quand ces conditions sont remplies, peu importe la composition du mélange qui peut être constitué par du sable, de la tourbe, des fibres de coco, de la tannée ou même de la sciure de bois.

Rapports de l'eau avec les plantes.

L'eau joue dans les rapports physiques des terres avec les plantes le rôle le plus considérable ; nous étudierons d'abord son absorption par les plantes.

L'eau est indispensable à la vie des végétaux ; toutes les plantes en sont gorgées, quelques-unes comme les Cattleya épiphytes en contiennent jusqu'à 95 à 98 0/0 de leur poids total. Une partie de cette eau est fixée dans les tissus à l'état d'eau de constitution, mais la plus grande partie, chargée de sels ou de solutions de composés hydrocarbonés, circule dans les vaisseaux et par osmose dans les tissus, les nourrissant et permettant leur accroissement. Cette eau est en majeure partie prise par les racines dans le sol et une petite quantité aussi par les organes aériens des plantes. La plante perd constamment de l'eau par évaporation sur toute la surface de ses organes extérieurs et une petite quantité seulement est fixée dans ses tissus. Le rapport de la quantité d'eau ainsi utilisée à la quantité d'eau qui entre dans

la plante est très faible. Il passe donc dans les végétaux un volume d'eau considérable.

Un Helianthus en pot évapore par jour 625 grammes d'eau, une plante d'Avoine 253 grammes, un Maïs 363 grammes. Une culture de choux sur un hectare évapore 20 tonnes d'eau par jour. Un chêne portant environ 700,000 feuilles soustrait au sol 728 kilogrammes d'eau par jour.

Par an un hectare de	blé	enlève au sol	1.179.920 k.	d'eau
—	seigle	—	834.890	—
—	orge	—	1.236.710	—
—	avoine	—	2.277.760	—

En général, on admet que pour l'accumulation de 1 kilogramme de matière végétale sèche il a fallu que 250 ou 300 kilogrammes d'eau circulent à travers la plante.

Il en résulte que dans les pays où le climat est sec, les récoltes sont souvent proportionnelles à la quantité d'eau annuelle tombée.

En horticulture, l'eau est le plus souvent fournie à la terre artificiellement par les arrosages, les résultats de culture sont ainsi beaucoup moins aléatoires et les maraîchers savent bien combien est importante cette question de l'apport d'eau au sol.

Les remarquables études du regretté M. Duchartre ont démontré que l'eau n'était pas absorbée à l'état de vapeur d'eau par les plantes dans l'atmosphère. De fréquentes expériences ont aussi prouvé que l'absorption de l'eau par les racines était localisée dans une région située un peu plus haut que la coiffe ou pointe et que, quand la racine est jeune, on trouve dans cet endroit de nombreux poils radiculaires. La pointe des racines protégée par une membrane

dure, la pilorrhize, n'absorbe rien, pas plus que les surfaces dépourvues de poils qui sont devenues rugueuses et presque imperméables. Les poils radiculaires sont constitués par des cellules allongées à membranes extrêmement minces, l'eau pénètre au travers de ces tissus par osmose.

Quel est ce phénomène de l'osmose ?

Si nous prenons une solution de sucre, par exemple, et que nous la versions dans un vase contenant de l'eau, ces deux liquides se mélangent parfaitement, la dissolution est parfaitement homogène sur tous les points, son titre est uniforme, on a assisté à la *diffusion* d'un liquide dans un autre.

Si nous reprenons à part nos deux liquides primitifs et que nous placions l'eau distillée dans un vase large et profond et la solution de sucre dans un récipient contenu dans le premier et de dimensions moindres dont le fond est constitué par une membrane (le papier parchemin convient parfaitement et cet appareil porte le nom de dialyseur) ; nous pourrons constater après un certain temps que la composition du liquide du vase extérieur est exactement la même que celle du vase intérieur. La diffusion a encore eu lieu, mais s'étant effectuée au travers d'une membrane, elle a pris le nom d'*osmose*.

Cette membrane que nous avons tendue sur notre dialyseur est inégalement perméable à tous les liquides ou à toutes les solutions. Les liquides non cristallisables, les substances gommeuses par exemple et les corps colloïdaux passent très difficilement. Si nous plaçons dans le vase extérieur de notre dialyseur une solution de gomme et dans le vase intérieur une dissolution de sucre après un certain nombre d'heures, nous pourrons constater que les deux

vases contiennent un poids égal de sucre, mais que le vase intérieur ne renferme pas trace de gomme. On a admis que quand l'enrichissement d'un liquide s'opérait aux dépens du milieu extérieur, le phénomène prendrait le nom d'endosmose et celui d'exosmose pour le cas contraire.

Reprenons nos poils radiculaires. Ils sont formés, nous avons vu, d'une longue cellule. L'enveloppe de cette cellule joue le rôle de la membrane de notre dialyseur. De plus, cette cellule est connexe à une autre cellule d'un tissu quelconque de la racine et par celle-ci à toutes les cellules de la plante. L'osmose s'opère tout aussi bien entre les cellules qu'entre une cellule et le milieu extérieur. Supposons que la cellule radiculaire baigne dans l'eau pure et que la plante soit dépourvue d'eau. Il y aura endosmose jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre les tissus et le milieu extérieur. Mais l'équilibre est bientôt rompu, la plante perdant de l'eau soit par l'évaporation ou pour la formation de ses organes, l'endosmose est donc constante et remplace immédiatement l'eau perdue par la plante.

L'eau qui est contenue dans le sol n'est pas pure, elle contient toujours des sels et aussi des substances colloïdales. La plante en renferme aussi dans ses cellules. L'équilibre s'établit par l'endosmose et n'est rompu que si une fraction de substance dissoute est utilisée par la plante. Le végétal a ainsi une alimentation minérale réglée par sa consommation elle-même. En effet, chacune des substances dissoute dans l'eau est diffusée comme si elle était seule et indépendamment même de l'absorption de l'eau qui, dans certains cas, la nuit par exemple, est nulle ou très faible.

La fixation d'une substance et son entrée dans le végétal peut être accidentelle et n'avoir aucune influence sur le développement ou la vie de cette même plante, ce qui semble anormal. C'est cependant le cas de la silice qui est accumulée en quantité très considérable dans les membranes cellulosiques de certaines graminées. Au point qu'avec des tiges de Bambous on peut polir de l'acier. Cependant, si on supprime complètement la silice de l'alimentation du Maïs, on voit la plante croître tout aussi vite et tout aussi normalement. Ce qui arrive pour la silice peut aussi être constaté pour la chaux, pour la potasse et quelques autres corps. La chaux sature dans nombre de cas l'acide oxalique dans des tissus spéciaux (Rumex, Eleoda, Erica, etc.).

C'est aussi la précipitation à l'état insoluble qui permet l'accumulation par osmose de substances comme l'iode dans les tissus des Fucus, alors que l'eau de mer qui baigne ces plantes en contient des proportions infimes.

Les feuilles, les tiges, les fleurs et les fruits peuvent aussi absorber de l'eau par le même mécanisme; mais ces organes ne sont généralement pas disposés pour cette fonction, à part quelques exceptions, toutes les plantes aquatiques submergées et les végétaux croissant dans les lieux humides (Sphaignes).

On utilise en pratique cette faculté absorbante des feuilles par les bassinages. Cette opération est extrêmement utile lorsque l'évaporation est très active et que le système radiculaire est en mauvais état ou faiblement développé. On en fait l'application fréquente pendant la multiplication par bouturage, divisions ou éclats.

Rapports de l'eau avec le sol.

Après avoir vu comment la plante pouvait absorber l'eau nécessaire à sa vie, il convient d'étudier comment cette eau est mise à sa disposition dans les sols où nous la cultivons.

Naturellement, la terre peut recevoir de l'eau de pluie, des eaux d'infiltrations remontant à la surface sur certains points, et la condensation matinale de la vapeur d'eau, la rosée, fournit au sol une quantité d'eau qui, souvent, n'est pas négligeable.

Il tombe en France annuellement en moyenne 70 centimètres d'eau de pluie : 76 centimètres à Lille, 53 centimètres dans le bassin de la Seine, 66 centimètres à la Rochelle, 89 centimètres à Lyon, 47 centimètres à Marseille. Suivant la nature du sol, l'eau de pluie est absorbée en plus ou moins grande quantité. Sur les terres argileuses, rocheuses, argilo-calcaires, 43 0/0 environ de l'eau tombée pénètrent dans le sol, l'autre partie ruisselle. Sur les terres sableuses calcaires, dénudées et en général perméables, elle est intégralement absorbée. De nombreux chiffres ont montré que l'eau qui ruisselle à la surface d'une terre arable représente environ les 3/7 de l'eau tombée.

L'eau pluviale qui a ainsi filtré à travers le sol se réunit quand elle rencontre une couche imperméable, de l'argile ou du roc et constitue les nappes d'eau souterraines. Les couches imperméables ne suivent pas toujours le profil extérieur du terrain, à des endroits plus ou moins éloignés des points d'infiltration, les couches aquifères viennent affleurer. Il se produit à ces endroits des sources et souvent les

marécages n'ont pas d'autre origine. Les plantes qui sont situées ainsi près du point d'affleurement de nappes souterraines peuvent bénéficier de cette eau. Les cultures de plantes bulbeuses des environs de Haarlem (Hollande) n'ont pas d'autres causes de succès.

La proportion d'eau contenue dans les terres est donc des plus variables. La quantité minimum contenue dépend de la constitution physique de la terre étudiée, étant donné que chacun des éléments possède vis-à-vis de l'eau un pouvoir absorbant et rétentif particulier et que pour tous les éléments, existe une limite de la quantité d'eau contenue à partir de laquelle l'évaporation spontanée est à peu près nulle.

Dans la petite culture, en horticulture, nous fournissons artificiellement l'eau au sol par les arrosages.

L'importance de la question des arrosages est telle qu'on peut la considérer comme primordiale pour les horticulteurs. Nous avons déjà pu montrer que la production végétale était proportionnelle à la quantité d'eau qui pouvait traverser les tissus des plantes jusqu'à une limite maximum à ne pas dépasser cependant, sous peine de voir les rendements décroître.

En opérant les arrosages, il faut se rappeler qu'ils ont pour but de répondre aux besoins végétatifs des plantes. Ainsi, ils seraient aussi absolument nuisibles pendant la période de repos d'une plante bulbeuse qu'ils peuvent être utiles au moment de la croissance de cette même plante.

Au moment où ils sont utiles aux végétaux, ils doivent être adaptés à la nature du terrain où ils

sont appliqués. Il serait parfaitement inutile de donner une masse d'eau à une terre sableuse, perméable, qui la perdrait immédiatement, tandis que des arrosages fréquents et de moins d'importance seraient des plus avantageux. Il faut autant que possible que la température de l'eau soit à peu près la même que celle du milieu à arroser et éviter, ceci surtout dans les cultures en pots, ou en bacs, de gaspiller l'eau en la répandant avec violence sur le sol qu'elle dégrade et entraîne. Dans les cultures en pleine terre de plantes isolées, il ne faut pas oublier que la surface absorbante des racines couvre une zone circulaire qui représente à peu près les 4/5 de celle qui est déterminée par la projection de la cime de l'arbre, par conséquent ne pas arroser au pied de l'arbre, mais dans une rigole circulaire un peu éloignée et concentrique au tronc.

On reconnaît tout de suite un horticulteur habile à la manière dont il opère ses arrosages ; c'est une opération véritablement délicate dont l'expérience ne s'acquiert qu'avec une grande pratique et beaucoup de réflexion.

Les différents éléments constitutifs de la terre arable absorbent l'eau d'une manière absolument négale.

Mais il est difficile à cet égard de même que pour la plupart des propriétés physiques du sol de donner des chiffres qui ne soient pas sujets à caution.

En effet il faut considérer et l'état physique, c'est-à-dire la dimension, et cette question de la grosseur des particules joue, à notre avis, un rôle prépondérant, et aussi, la composition chimique du sable, du calcaire, de l'argile et de l'humus, composition qui évidemment influe sur leur rôle particulier.

D'une manière très générale on peut dire que le sable absorbe le moins d'eau, le calcaire en prend un peu plus et que l'humus semble avoir pour l'eau plus d'affinité que l'argile qui en conserve cependant plus que le calcaire.

Le mécanisme de l'imbibition des éléments est délicat à entrevoir. Si nous considérons l'argile, par exemple, nous la voyons constituée par l'agglomération de particules de silicate d'alumine. Chacune de ces particules résulte elle-même de la juxtaposition de molécules de silicate d'alumine, mais non si intimement soudées qu'une certaine quantité d'eau n'existe pas entre elles.

Cette eau, que seule une cuisson énergique peut chasser, c'est l'eau de constitution. Cette eau n'a rien à voir avec les phénomènes d'imbibition, mais nous pouvons nous figurer qu'il se passe quelque chose d'analogue entre les particules qui peuvent être de dimensions variables. Nous pouvons dire qu'à une température T déterminée, connaissant le diamètre moyen des particules terreuses D, on pourra définir la force d'imbibition d'une terre, le rapport I poids de l'eau dans lequel la terre aura été plongée au poids i d'eau définitivement absorbé par cette terre $\frac{I}{i}$.

Plus les particules terreuses sont volumineuses, plus les espaces vides sont volumineux, mais le calcul indique que plus le diamètre des particules diminue, plus le volume non occupé par elles est grand, ainsi donc plus le sol pourra contenir de liquide.

L'eau est ainsi absorbée par le sol soit à l'état liquide ou à l'état de vapeur d'eau; dans ce cas, cette condensation est accompagnée d'une perte

de chaleur, ce qui en pratique a peu d'importance.

Considérons la couche superficielle du sol ; elle est composée de particules de dimensions variables et aussi de natures diverses, douées par conséquent de facultés imbibitives différentes. Si d'une manière quelconque, on fournit un apport d'eau régulier à cette couche, bientôt la limite d'imbibition étant dépassée, le liquide commence à filtrer sous l'influence de la pesanteur. Il rencontre de nouvelles particules, les sature, puis filtre à nouveau et ce phénomène se continue jusqu'à ce que la masse soit complètement imbibée. Si le sous-sol est meuble et perméable, sableux par exemple, l'apport d'eau peut être continué sans interruption ; il faut seulement régler le débit de l'eau et c'est un système d'irrigation qui dans les terres pauvres couvertes de prairies est très apprécié. La pénétration de l'eau dans la terre est ainsi, à particules égales, rapide dans le sable, lente dans le calcaire, très lente dans l'argile et au contraire rapide dans l'humus. La perméabilité, la facilité de l'écoulement de l'eau dans le sol a pour conséquence de faciliter son aération. Cette aération joue un rôle des plus importants. Elle favorise la respiration des racines, l'oxydation des matières organiques, hâte leur désorganisation et hâte ainsi le retour des matières minérales au sol. Elle apporte un empêchement aux fermentations anaérobies qui sont le plus souvent nuisibles. Quand le sous-sol est imperméable, l'aération est difficile et les matières organiques se décomposent mal et peu rapidement, le sol devient acide, la pourriture alcoolique des racines se voit fréquemment. Le remède dans ce cas est le drainage. Mais dans certains cas le drainage peut être assuré naturellement et l'aéra-

tion n'être pas assez parfaite. On a pu étudier cette question qui présente un certain intérêt.

Des expériences ont été faites à cet égard par M. D. Hoibrenck, de Heitzing près Vienne (Autriche), en 1853. Son terrain était argilo-siliceux, drainé naturellement par une couche de cailloux roulés placés sur une couche d'argile. Il disposa régulièrement dans des fossés de 1 mètre de profondeur des drains à air communiquant ensemble ; puis fermant hermétiquement une extrémité de ce système, il mit l'autre en relation avec le cendrier d'un fourneau qui ne pouvait recevoir d'air que par ce tube. Il constata que le feu pouvait parfaitement brûler, ce qui démontrait la filtration de l'air au travers du sol.

Quand la combustion était vive dans le fourneau, une disposition spéciale ayant été imaginée pour les prises d'échantillon du gaz, il constata que l'air des tubes contenait sensiblement $\frac{12,8}{10,000}$, la même quantité d'acide carbonique que l'air ambiant ; après deux jours d'arrêt de fonctionnement du fourneau, l'air des tubes contenait $\frac{20,8}{10,000}$; après six jours $\frac{35,7}{10,000}$; à ce moment l'air extérieur en contenait $\frac{4}{10,000}$.

Le terrain artificiellement aéré était cultivé. Une pareille surface non aérée avait été emblavée de la même manière. M. Hoibrenck trouva que le rendement des betteraves à sucre avait été sensiblement augmenté ; il concluait en disant que sa terre était devenue plus meuble, plus perméable, que les matières fertilisantes introduites avaient été mieux utilisées.

A cette époque, on n'a pas attaché d'importance à ces expériences, qui offraient cependant un certain intérêt.

Le sol saturé d'eau en perd rapidement une grande quantité par évaporation. L'état hygrométrique de l'air subit en effet des fluctuations constantes. Quand l'air devient sec, la température s'élevant, l'eau contenue dans le sol s'évapore pour saturer l'air. Il y a donc, pour une température déterminée, une fraction constante d'eau évaporée par chacun des éléments du sol.

L'humus possède au plus haut point cette faculté de ne pas abandonner à l'air l'eau qu'il contient.

Il ne perd plus rien, alors qu'il renferme encore 41 0/0 de son poids d'eau.

Il est intéressant, au point de vue documentaire, de consulter à cet égard le tableau établi par M. Mazure. Il s'est rendu compte : I° du temps que mettaient les éléments à ne plus rien céder à l'air ; II° de la hauteur d'eau, en millimètres, évaporée relativement par chacun d'eux en ce temps ; et III° de la quantité d'eau qui ne pouvait leur être arrachée par l'évaporation naturelle :

	I	II	III
	jours	millimètres	p. 100
Sable	3	3,7	2,1
Calcaire.	7	3,5	3,6
Argile.	7	4,3	7,0
Humus	3	4,5	41,0

Cette faculté des différents sols de ne plus rien céder à l'évaporation spontanée a une importance très grande dans la pratique horticole. Le sable évapore en peu de temps une quantité d'eau assez considérable et perd ainsi presque toute l'eau qu'il

contenait. L'argile abandonne lentement une quantité d'eau plus notable, mais en conserve presque quatre fois plus que le sable. Le calcaire a à peu près les mêmes propriétés que le sable, mais perd son eau aussi lentement que l'argile. C'est l'humus qui possède les propriétés les plus intéressantes, il perd en très peu de temps une grande quantité d'eau mais, à ce moment, renferme encore presque la moitié du liquide qu'il avait primitivement absorbé.

De même que l'évaporation ne peut soustraire au sol toute l'eau qu'il contient, les plantes sont aussi elles-mêmes incapables de dessécher complètement la terre.

Un tabac que l'on cultivait dans un mélange de sable et d'humus de hêtre commença à se faner alors que le sol contenait encore 12,3 0/0 de son poids d'eau. Cette terre après évaporation à l'air avait pu retenir 46 0/0 de son poids d'eau. La plante de tabac avait ainsi pu soustraire 33,7 0/0 du liquide contenu dans la terre, mais les derniers 12,3 0/0 étaient trop énergiquement retenus pour que la plante pût les utiliser.

Un autre pied de tabac cultivé dans un pot contenant de la terre argileuse se fana quand la terre ne contint plus que 8,0 0/0 d'eau. Ce sol en avait retenu 52,0 0/0. Un troisième bien enraciné dans du sable quartzeux qui avait absorbé 20,8 0/0 d'eau se fana quand le sol ne contenait plus que 1,5 0/0 d'eau.

L'absorption de l'eau du sol par les plantes, ainsi que l'évaporation spontanée, son entraînement dans le sous-sol créent des mouvements circulatoires propres. Si nous considérons la couche superficielle d'une terre, nous nous apercevons que l'évaporation lui soustrait une certaine quantité d'eau ; les couches

inférieures en étant bien pourvues ; l'équilibre entre les couches s'établit par diffusion et ainsi de suite. De même autour de chaque poil absorbant des racines, il se forme des zones concentriques de plus en plus riches en eau à mesure que l'on s'éloigne du poil. Ce sont les forces capillaires qui permettent le rétablissement de l'équilibre entre les différents points du sol.

Nous pouvons concevoir une masse terreuse comme formée de fragments solides de dimensions assez considérables, soudés les uns aux autres par de fines particules jouant le rôle de ciment. Chacune de ces particules est séparée de ses voisines par des espaces vides, minces, formant ainsi dans la terre un réseau compliqué de petits tubes ou canaux plats, s'anastomosant les uns aux autres, et où la circulation des liquides est possible. Hors c'est précisément dans de pareils tubes que les phénomènes capillaires peuvent s'exercer. Ces phénomènes sont en apparente contradiction avec les lois de l'équilibre des liquides, et on peut les mettre en évidence d'une manière bien simple. On place dans une soucoupe un liquide coloré, du vin par exemple, et on y place un morceau de sucre debout sur une de ses petites faces. On voit rapidement la coloration se répandre dans tout le morceau de sucre. C'est la capillarité qui permet l'ascension du liquide dans le sucre.

L'étude de la capillarité a permis d'établir les lois suivantes : 1° pour un même liquide, la hauteur de liquide soulevé est en raison inverse du diamètre du tube où s'opère l'ascension ; 2° dans un même tube la hauteur d'ascension dépend de la nature du liquide et il semble que cette ascension soit en raison directe de la densité.

La capillarité ne peut s'exercer dans les terres que quand elles sont composées en grande partie d'éléments fins; d'autre part, plus les solutions salines sont denses, plus elles ont de tendance à obéir aux forces capillaires, ce qui explique la formation d'efflorescence de salpêtre que l'on peut constater dans certains cas sur le sol.

La capillarité permet la mise en valeur des réserves d'eau contenues dans le sous-sol, et aussi, l'utilisation de certaines nappes d'eau souterraines ; nous en avons déjà dit un mot en parlant des cultures de bulbes en Hollande.

Plusieurs opérations culturales ont une action sur la capillarité, le binage entre autres. On favorise par cette opération la séparation des particules des couches superficielles du sol et comme la capillarité ne peut s'exercer que dans un milieu continu, la perte d'eau par évaporation est moins active. M. Schlœsing démontre cette théorie du binage d'une manière bien simple. Il place de même que nous l'avons indiqué un morceau de sucre dans une assiette contenant de l'eau colorée, puis recouvre la face supérieure du sucre en poudre. L'eau colore très rapidement le morceau de sucre, mais ne pénètre que très lentement dans le sucre en poudre.

Mais nous pensons que l'on a exagéré en disant que le binage vaut un arrosage ; il est évident que cette pratique modère l'évaporation dans une certaine mesure, mais quand on considère la masse de terre qui reste non influencée, et où la capillarité continue à s'exercer au profit des racines, on est tenté de lui accorder moins d'importance.

La capillarité se manifeste au maximum dans

l'humus, elle est grande dans les sols sableux à éléments fins et très faible dans les terres argileuses.

RÔLE DU SOUS-SOL

Le sous-sol joue un rôle très important au point de vue de la circulation de l'eau dans la terre, son épaisseur et sa perméabilité règlent la quantité d'eau mise à la disposition des plantes. Quand la couche de terre est très épaisse, le sous-sol peut être imperméable sans trop d'inconvénients ; mais si le sol est peu épais, comme le sont les terrains qui se trouvent sur l'alios dans les landes de Gascogne, les cultures y deviennent impossibles. Les conditions de vie ordinaire des plantes sont totalement changées pour les cultures faites dans les milieux artificiels : bâches de serres, bacs, pots. Le sol alors est maintenu dans un récipient solide. Son épaisseur est exactement limitée ; dans des conditions pareilles, la perméabilité s'exerce au maximum. Les parois des récipients représentent de même que les fonds, de vastes surfaces imperméables où se rassemblent les eaux de drainage qui peuvent s'écouler par des orifices destinés à cet usage. Ainsi un pot à fleurs, de 10 centimètres de diamètre supérieur et de 8 centimètres de diamètre inférieur, offre aux liquides une surface totale de rassemblement de 534 millimètres, les parois à elles seules 283 millimètres.

Avec un drainage ainsi facilité, on conçoit combien on doit veiller à ce que les arrosages soient soigneusement et souvent exécutés. Dans ces conditions, la circulation de l'air est active et ceci explique la décomposition beaucoup plus rapide, en pots, des terres contenant beaucoup d'humus. L'enveloppe même des récipients offre une surface très grande

d'évaporation et soustrait ainsi une quantité d'eau considérable au sol.

COHÉSION ET TÉNACITÉ DU SOL

La présence de l'eau règle en partie la cohésion des terres. Souvent, leur ténacité dépend beaucoup plus de la quantité d'eau qu'elles contiennent que de la nature même de leurs éléments constitutifs. Cependant à saturation égale, l'argile est plus tenace que le calcaire, qui lui-même l'est plus que le sable. La cohésion exprime la résistance qu'offrent les molécules de terre à changer de position relative. Elle modifie les conditions dans lesquelles la culture s'exerce, c'est donc une propriété qui offre un intérêt considérable quand on s'occupe du travail du sol. Les expériences dynamométriques exécutées directement, peuvent seules donner une idée approximative de cette propriété variable pour chaque terre. L'humus joue un rôle important à ce point de vue ; par ses propriétés colloïdales, il donne aux terres légères une cohésion plus grande et, chose curieuse, les deux colloïdes semblant se contrarier, il diminue la ténacité des terres fortes.

La cohésion et la ténacité jouent un rôle des plus importants au point de vue du soutien des plantes par le sol. Les végétaux non ligneux ont des tissus élastiques qui résistent peu aux vents ; leurs tiges se courbent à la moindre brise et leur élasticité même est un gage de leur solidité. Mais les grands végétaux rigides, présentant une surface incompressible considérable ressentent la pression du vent sur toute leur surface. Cette pression exercée sur le tronc se transmet au sol par l'intermédiaire des racines.

Soit un arbre soumis sous l'action du vent à une pression P sur toute sa surface. Cette pression fait travailler les fibres ligneux à la flexion. On peut considérer deux cas. L'arbre est solidement fixé au sol en A par ses racines AR, AR′, AR″. Si le bois est suffisamment résistant, et le sol doué de peu de ténacité, les racines compriment dans le sens R R″ R′. A un moment donné, la résistance du sol devient graduellement moindre, l'arbre est rapidement déraciné. Ce cas est rarement observé pour les arbres en place; on ne peut l'observer que pour certaines espèces à racines fasciculées, croissant sur des terrains peu profonds, généralement siliceux ou bien sur des arbres transplantés depuis peu.

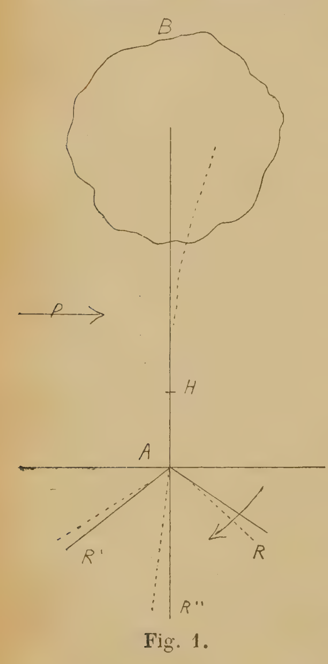


Fig. 1.

Mais, si le système radiculaire est puissamment développé, que les racines soient pivotantes, et le sol tenace, l'effort reporté sur toute leur surface est insuffisant pour permettre une compression du sol, si faible soit-elle. Les fibres ligneuses cèdent à la pression et cela généralement un peu au-dessus du centre de gravité du tronc.

Il faut un vent extrêmement violent pour briser ou déraciner un arbre. On admet en effet que le

volume des racines d'une plante représente les 3/5 du volume du tronc et des branches ; l'effort de rupture, nécessaire pour une même surface et une même épaisseur de bois, varie suivant les différentes essences. Le sapin n'exige qu'un effort de 0 kg. 0918 par centimètre carré de surface, pour une épaisseur de 10 centimètres et le chêne 0 kg. 102 ; les deux arbres considérés ayant au moins une hauteur de 5 mètres. En connaissant la vitesse du vent (ce que l'on peut constater à l'aide d'un anémomètre, on peut, à peu de choses près, en connaissant la surface battue et la charge de rupture nécessaire, calculer l'effort du vent P au moyen de la formule

$$P = ds \times \frac{2\, v^3}{2\, g}$$

P, pression du vent. — d, poids de 1 mètre cube d'air (1.226 gr. à 15° et 760 mm). — s, surface battue en mètres carrés. — v, vitesse du vent en mètres-seconde. — g, accélération (9,808, Paris).

Si on applique cette formule à un sapin dont la surface battue est 0 m², 4250, vitesse du vent 30 mètres par seconde (ce qui est considérable), on trouve une pression de 0 kg. 024 par centimètre carré, pression insuffisante pour amener la rupture.

RETRAIT

La diminution de la quantité d'eau contenue dans les couches supérieures du sol cause les phénomènes de retrait qui sont toujours déplorables pour les horticulteurs. Il se produit à la surface du sol des crevasses de 2 à 6 centimètres de profondeur dans tous les sens et il se forme ainsi de petits prismes mobiles. La végétation est considérablement ralentie, car les racines sont brisées en partie.

Les terres sableuses échappent aux phénomènes de retrait ; ils se manifestent au contraire dans toute leur intensité dans les terres argileuses douées d'une grande cohésion. Le calcaire pulvérulent subit aussi un retrait très notable de même que l'humus; c'est ainsi que l'on peut constater que le niveau des tourbières varie avec la température.

Le phénomène du retrait explique la pulvérisation spontanée des marnes calcaires.

Nous aurons l'occasion de montrer comment on peut heureusement modifier ces propriétés défavorables des sols.

PROPRIÉTÉS CALORIFIQUES DES SOLS

La présence de l'eau a une influence très grande sur les propriétés calorifiques des terres. Le sol peut en effet absorber les rayons calorifiques pendant la radiation diurne, il emmagasine ainsi de la chaleur. Il en perd une grande partie par le rayonnement nocturne et l'évaporation. Les actions oxydantes qui s'exercent sur les matériaux carbonés produisent une quantité de chaleur qui est très faible; pendant un certain temps, on croyait que l'apport d'une quantité assez considérable de fumier pouvait sensiblement augmenter la température du sol. A cet égard, une fumure de 30.000 kilos de fumier de ferme qui apporte 2.130 kilos de carbone, dégageant 16 millions de calories pour leur oxydation, ne produit en considérant la surface d'un hectare et une profondeur de terre de 10 centimètres, que 5 calories par mètre cube, ce qui cause une élévation de température de 1/10 de degré, élévation négligeable.

En été, le sol est moins chaud que l'air ambiant; en hiver il l'est plus. Tandis que la moyenne de

nombreuses années d'expériences montre que la chaleur moyenne de l'air est maximum en juillet, celle du sol l'est en août. Le froid est maximum dans l'air en décembre et dans le sol en février. La composition, la couleur, l'inclinaison et la quantité d'eau contenue dans les terres influent sur leurs propriétés calorifiques.

L'humus conserve le mieux la chaleur, puis le calcaire pulvérulent, l'argile et le sable ; c'est à peu près le même classement pour la rapidité de l'absorption de la chaleur. La couleur de la surface de la terre a une importance très grande à ce sujet ; plus la teinte est foncée, plus l'absorption de calorique est considérable. On constate ainsi facilement des différences de 7 à 8°, pour une même substance diversement colorée. En pratique, on connaît bien cette propriété des terres brunes d'absorber de la chaleur. Les jardiniers des environs de Liège saupoudrent leurs jardins de schistes noirs broyés. A Chamonix, au pied du Mont-Blanc, les habitants les couvrent de suie ou de charbon en poussière.

L'inclinaison de la surface du terrain a aussi une influence manifeste; plus l'angle que forment les rayons calorifiques et la surface de la terre se rapproche de 90°, plus la terre absorbe de chaleur. Les maraîchers et les primeuristes qui cultivent leurs plantes sous châssis pendant l'hiver donnent autant que possible la direction nord-sud à leurs châssis en les inclinant à 30 ou 40°, la partie la plus haute au nord.

La quantité d'eau contenue dans le sol joue un rôle important au point de vue des propriétés calorifiques. Plus une terre est gorgée d'eau, moins elle absorbe facilement les rayons caloriques. Les belles

expériences de M. Mazure ont démontré que plus le sol était gorgé d'eau, plus sa température se rapprochait de celle de l'air ambiant. A mesure que la quantité d'eau contenue augmente, la température du sol croît en été et diminue en hiver.

Pendant le jour, la température d'une terre saturée d'eau est voisine de celle de l'air ; à demi saturée, elle la dépasse de 4° ; quand elle est sèche, de 7°.

L'humus est à cause de ses propriétés physiques plus froid que les autres éléments. Il retient une grande quantité d'eau, donc il s'échauffe difficilement et il perd un grand nombre de calories par suite de son évaporation active ; mais, par contre, il absorbe vite la chaleur. Le sable siliceux a des propriétés inverses.

Le passage de l'eau à l'état solide, la formation de glace dans le sol arrête brusquement l'évaporation, la perméabilité et la capillarité. La cohésion et toutes les propriétés physiques du sol sont modifiées. L'eau augmente de volume pendant sa congélation, à cause de la pression qu'exerce sur ses molécules l'air qu'elle emprisonne et qui y était dissous. Le sol forme alors une masse compacte dont toutes les particules sont intimement soudées les unes aux autres. Une action mécanique violente s'exerce contre les corps compressibles qui s'y trouvent, en particulier sur les racines des plantes. Ces racines contiennent des liquides moins facilement congelables que l'eau qui circule dans le sol. Les liquides protoplasmiques se concentrent d'abord, une partie de leur eau de constitution osmose à travers les membranes; aux points qui confinent aux méats et aux lacunes se forment des cristaux de

glace qui acquièrent, à mesure que la température s'abaisse, un volume de plus en plus considérable et, déchirant les enveloppes protectrices, finissent par former autour des racines un bourrelet concentrique qui leur permet de résister à la pression des particules terreuses avoisinantes. Le poids de l'anneau de glace qui se forme ainsi peut atteindre le quart du poids des organes qui y donnent naissance.

Si la gelée diminue graduellement d'intensité, l'eau exsudée par les racines peut être résorbée lentement et la plante ne pas souffrir, car les déchirures sont vite rebouchées par la formation de tissus jeunes. Mais, si le dégel est brusque, l'anneau de glace fond immédiatement et la plus grande partie de l'eau ainsi formée ne peut rentrer par endosmose dans les tissus originaires qui se trouvent ainsi désorganisés. La plante peut périr ou souffrir beaucoup.

En pratique, quand la terre dans laquelle on cultive des végétaux mêmes peu susceptibles au froid, est gelée; il faut toujours éviter de la dégeler rapidement, mais au contraire la couvrir de substances mauvaises conductrices de la chaleur comme de la paille du foin ou de la sciure et dans ce cas les dégâts sont beaucoup moins considérables.

En dehors de son action destructive des organes souterrains des plantes; la gelée est un puissant agent de désorganisation des substances rocheuses et des matières organiques en décomposition et son rôle dans la formation de la terre est à cet égard très important.

Densité des sols.

La densité des éléments constitutifs du sol, c'est-à-dire le rapport entre le volume réel qu'ils occupent

pour un même poids est variable; voici cependant quelques chiffres à ce sujet :

Sable siliceux pur	2,753
— calcaire	2,822
Calcaire moyen	2,468
Argile pure	2,589
Humus	1,235

Ces nombres n'ont que peu de valeur au point de vue pratique; à cet égard, il vaut mieux donner la densité apparente, c'est-à-dire le rapport du volume de la terre considérée à son poids.

Il est certain que dans ce cas la quantité d'air et d'eau qui occupe les espaces vides introduit une cause d'erreur, mais l'application pratique aux calculs peut néanmoins être faite. C'est ainsi que l'on a trouvé les poids suivants :

Un mètre cube de :

Sable siliceux fin . .	pèse de	1.400	à	1.420	kilos.
Terre siliceuse graveleuse	—	1.860	à	1.900	—
— argileuse	—	1.650	à	1.750	—
— franche	—	1.214	à	1.285	—
— de bruyère (Gand) .	—	614	à	643	—
Terreau de couches . . .	—	830	à	860	—
Tourbe	—	445	à	775	—

Les appelations de « terres légères et de terres lourdes » ne se rapportent pas en général à leur densité ; mais à leur cohésion.

Nous avons vu qu'un certain nombre de propriétés physiques des sols sont déplorables pour les cultivateurs et pour les horticulteurs ; il convient de voir comment on peut y remédier et les améliorer en ce sens.

Modification des propriétés physiques des terres.

La grosseur des particules terreuses influe beaucoup sur les propriétés physiques des terres. Les opérations culturales en agriculture ont le plus souvent pour but l'émiettement et la pulvérisation du sol. En horticulture, ces divers travaux peuvent être exécutés avec une perfection et une précision encore plus grande, les masses de terres à travailler étant beaucoup plus facilement accessibles et de volumes généralement moindres. Il y a toujours avantage évident à obtenir une pulvérisation aussi parfaite que possible, et à assurer une perméabilité très grande du sol. Il faudra pour les terrains en place opérer des défoncements aussi importants qu'on peut le faire. Dans ce cas, éviter de mélanger les couches profondes aux couches superficielles du sol et opérer un brassage complet des parties moyennes. C'est à ce moment qu'il convient d'exécuter les travaux de drainage ; à ce propos, plus le sol est meuble, plus les drains doivent être enfoncés. On aura un avantage très réel, en créant un jardin potager, à construire une citerne dont les dimensions soient en rapport avec la surface arrosée. Cette citerne sera placée à la partie la plus basse du jardin. Le collecteur de tous les drains y aboutira. L'eau de la citerne servira avec les plus grands avantages aux arrosements. La perte des matières fertilisantes (azote nitrique 182 fr. par hectare et par an) par entraînement dans le sous-sol sera ainsi de beaucoup diminuée et la plus-value des produits obtenus fournira amplement l'intérêt des sommes engagées dans des travaux de ce genre qui sont quelquefois nécessaires,

même en dehors de ces considérations, quand le sous-sol est peu perméable par exemple.

Sablages.

Quand les terres sont argileuses ou simplement le sous-sol argileux, il est peu utile de procéder à des défoncements, car après peu de temps la terre redevient compacte ; il y a grand avantage à y introduire un corps inerte pulvérulent comme du sable siliceux. L'apport de sable, dans ce cas, augmente la perméabilité, diminue le retrait et la cohésion facilitant ainsi les opérations culturales. Il faut pour obtenir un résultat utile que le sable soit introduit en proportions considérables, de 5 à 15 0/0 du poids du sol. En agriculture, l'opération du sablage est impossible à effectuer à cause de son prix de revient qui est très élevé ; mais, en petite culture, il ne faut pas hésiter à l'entreprendre quand on se livre à la production de légumes ou de fruits.

Une opération de ce genre ne peut être utilement entreprise qu'au moment de la création d'un jardin dans un sol argileux, elle devra précéder le drainage. Il faut estimer la profondeur de la couche active et productrice du sol. Soit un terrain de 100 mètres carrés, d'une profondeur utile de 40 centimètres.

La terre pèse 1.700 kilos par mètre cube, donc 6.800 kilos. Pour sabler à 10 0/0 il faudra 4 mètres cube de sable à 1.400 kilos, soit 5.600 kilos. Pour incorporer le sable, on ouvrira une jauge de 2 mètres de largeur sur toute la longueur du terrain avec une profondeur de 20 centimètres ; cette terre sera rejetée en tas en arrière et on incorporera le sable au sous-sol d'abord en rejetant la couche supérieure à sa

place, on la mélangera de sable, et ainsi de suite. Les labours ultérieurs rendront le mélange plus homogène.

Dans certains cas, on peut disposer d'escarbilles de foyers, de grosses cendres pierreuses et de mâchefers concassés; on peut les utiliser avec de grands avantages quand le prix de revient en est faible.

Ces opérations qui sont possibles seulement sur de petites surfaces sont parfois très avantageuses. Quelquefois, on se trouve en présence de terres essentiellement siliceuses. Ces sols, brûlants en été, froids en hiver, trop perméables et très peu doués de cohésion, sont difficiles à cultiver; on peut les améliorer en leur ajoutant en grande quantité de l'humus; on pourrait leur ajouter de l'argile, mais la dissémination de cet élément est difficile. Il vaut mieux alors épandre une marne si toutefois les cultures que l'on désire y entreprendre n'ont pas à redouter l'apport de calcaire. Nous nous étendrons un peu plus loin sur l'apport de la marne.

Un très bon procédé d'amélioration est dans ce cas le colmatage, il faut disposer d'eaux limoneuses que l'on laisse filtrer ou séjourner sur le sol. Il se dépose un limon fertilisant des plus propices à la modification des propriétés physiques du sol. En effet, le limon contient en général de l'humus, mais ce mode opératoire ne peut être suivi que dans quelques cas très particuliers.

CHAULAGES, MARNAGES

Quand on a à cultiver un terrain argilo-siliceux, on a grand avantage dans la plupart des cas à y incorporer du calcaire. On peut procéder de différentes façons. Si la terre est très argileuse, on doit apporter

de la chaux ; si elle est plutôt siliceuse, il vaut mieux amener de la marne. Dans le premier cas, on peut utiliser aussi les sables coquilliers calcaires, les faluns, les tangues et avantageusement parfois aussi le plâtre.

Nous considérons donc : 1° le cas d'une terre silico-argileuse, riche en matières organiques. Nous emploierons la marne dans ce cas et une marne siliceuse autant que possible. La quantité de marne à épandre varie avec la proportion initiale de calcaire contenue dans la terre. Plus la terre est siliceuse, moins il faudra mettre de marne ; de même la dose sera d'autant plus élevée qu'on dosera plus d'humus et surtout d'argile dans le sol. Il semble que les terres sableuses contiennent assez de calcaire quand elles dosent 1/100; par contre, quand le sol est argilo-siliceux, il y a avantage à amener la teneur en carbonate de chaux à 5 et 6 0/0.

Il est bon de procéder à un dosage initial de la quantité de carbonate de chaux contenu dans la marne utilisée. Soit une marne contenant 70 0/0 de carbonate de chaux, nous sommes en présence d'une terre qui contient 0,08 0/0 de calcaire et nous désirons élever sa teneur à 2 0/0, la profondeur du sol cultivé est de 35 centimètres. Il faudra en ajouter 0 m. c. 370 par are.

Le marnage est dans un très grand nombre de cas une opération excellente et souvent peu coûteuse ; le prix de la marne varie de 1 fr. 50 à 3 francs le mètre. Toutes les fois que le sol contient beaucoup d'humus, il faut avoir recours au marnage au lieu du chaulage qui agit chimiquement avec une grande rapidité et peut être nuisible dans beaucoup de cas. Le carbonate de chaux contenu dans la marne agit

au point de vue physique grâce à sa solubilité dans l'eau chargée d'acide carbonique pour coaguler l'argile, la fixer et la maintenir au contact des particules de sable.

La présence du calcaire active l'oxydation de l'humus et l'acide carbonique produit de cette oxydation dissout le carbonate de chaux.

Quand le sol est essentiellement argileux et cependant riche en matières organiques, on a intérêt à le marner avec des calcaires durs, les faluns ou les tangues coquillières calcaires rendent le sol plus perméable. Les matières organiques ne sont pas rapidement décomposées et la pénétration de l'eau est rendue plus facile.

En présence d'une terre essentiellement argileuse, il ne faut pas hésiter à employer ou la chaux vive ou la chaux éteinte. La chaux permet la coagulation de l'argile, ce qui a une influence très grande. En effet, les particules argileuses coagulées ne sont plus aptes à être en suspension dans l'eau et à s'opposer ainsi à la perméabilité ; le sol devient ainsi plus facilement aéré et les racines peuvent y respirer. La plasticité de l'argile est détruite et la cohésion de la terre diminue ; son travail est dès lors beaucoup plus facile. Le retrait y devient aussi moins énergique et la désagrégation des matières organiques par suite de l'aération rapide est de beaucoup activée, les ferments aérobies pouvant y vivre.

Nous avons dit que l'on peut apporter la chaux à l'état de chaux éteinte ou de chaux vive ; il semble particulièrement avantageux souvent de disposer sur le terrain des blocs de chaux vive et de les recouvrir de terre. La chaux se délite peu à peu ; on recoupe les tas en les mélangeant de plus en plus de

terre, puis on épand à la pelle et on mélange par un labour.

Pour une terre très forte, on peut chauler à raison de 15 à 25 litres par are; sur une terre argileuse très riche en humus, jusqu'à 35 litres par are.

Il faut se rappeler en chaulant le vieil adage : la chaux enrichit le père, mais peut ruiner les enfants.

En effet, la chaux mobilise rapidement tout le stock des matériaux fertilisants et appauvrit beaucoup la terre en matières organiques. Si on ne prend garde, l'effet de chaulages successifs peut être désastreux.

Dans nombre de cas, quand il faut chauler une terre argileuse, il y a grand avantage à apporter une certaine quantité de chaux sous forme de plâtre. Le plâtre détermine des réactions chimiques qui ont pour effet de mettre en liberté une partie de la potasse contenue dans les silicates qui constituent l'argile. Nous nous en occuperons particulièrement en étudiant les propriétés chimiques des terres.

APPORT D'HUMUS

Quand on se trouve en présence d'un sol quelconque ne contenant que très peu d'humus, il y a toujours un immense avantage à y incorporer des substances pouvant en fournir par leur décomposition.

Il faut toujours choisir les matières qui peuvent rapidement se décomposer. L'incorporation d'humus au sol est la base de toutes les pratiques horticoles ; on peut le faire de bien des façons différentes, en mélangeant à la terre par des labours répétés les diverses substances que nous allons indiquer. On peut y ajouter du fumier, des déjections liquides ou

solides, des terreaux ou de la tourbe ; aussi des feuilles en décomposition, de la sciure de bois, de la tannée et tous les débris végétaux et animaux en général ; des tourteaux, marcs, drèches, touraillons, vinasses, pulpes, écume de féculeries, déchets de coton, poussières de moulins, résidus de papeteries, déchets de tannerie, etc., etc.

Dans tous les cas, l'humus, qui se produit ainsi dans la terre, l'améliore énormément en y rendant l'absorption d'eau plus facile et la perméabilité plus grande et en diminuant la ténacité et le retrait dans les sols argileux. Dans les terrains calcaires la perméabilité de même que la cohésion et les propriétés calorifiques sont accrues.

Dans les sols siliceux, l'humus augmente aussi la cohésion, facilite la capillarité, en termes vulgaires, leur donne du corps.

Il est difficile de donner une idée exacte de la quantité d'humus à incorporer ainsi à un sol donné. En règle générale, à moins d'avoir affaire à un terrain naturellement humifère, il faut apporter de l'humus autant que l'on peut et renouveler incessamment ces apports ; c'est le meilleur moyen d'améliorer son domaine et d'assurer la réussite de toutes les cultures.

Modifications des propriétés physiques des sols par suite de la culture.

Les propriétés physiques de sols contenus dans des récipients comme des bâches de serres, des bacs ou des pots, ou même de terres soumises en place à des arrosages incessants, se modifient rapidement.

Plus la terre considérée contient d'humus, plus ces

changements sont notables et rapides. Ainsi, peu de mois après leur mise en place, la terre de bruyère et le terreau de feuilles, qui primitivement étaient légers, parfaitement perméables à l'air et à l'eau, peu soumis au retrait et dénuées de cohésion, ne présentent plus ces propriétés.

Ces terres acquièrent une couleur brune accentuée, une assez grande plasticité augmentant considérablement leur cohésion ; elles deviennent peu perméables. L'humus qui en constitue la majeure partie, joue alors le rôle d'un véritable ciment qui englobe les particules siliceuses. Dans ces conditions, la circulation de l'eau étant très défectueuse, l'aération est peu rapide ; les racines respirent mal et peuvent dès lors pourrir. D'autre part, il peut s'établir, dans ces conditions, des fermentations anaérobies extrêmement nuisibles, comme nous aurons l'occasion de l'expliquer plus loin. Les plantes alors sont dans de mauvaises conditions de croissance à tous les points de vue, et il convient de changer le sol ; il faut pour cela multiplier les rempotages pour obvier à ces inconvénients dans la culture en pots.

Cependant, au moment où on enlève ainsi le sol qui enrobe les racines, il a à peu près la même composition chimique qu'au moment de sa mise en place. Il est d'autre part indispensable dans une exploitation d'utiliser complètement tous les éléments nutritifs de ces terres cependant ; pour cela elles doivent entrer dans la fabrication de composts.

Certains animaux modifient énormément les propriétés physiques du sol par leur présence. Nous voulons parler des vers de terre et annelés analogues.

Ces animaux changent la texture des matières organiques du sol. Darwin a depuis longtemps

signalé ces faits. Les feuilles en décomposition sont déchirées en petits fragments, partiellement digérées, puis saturées d'excrétions intestinales et urinaires. Il se forme de l'humus qui a un caractère particulier et qui semble éminemment favorable à la nutrition végétale et au développement des bactéries et autres plantes inférieures.

M. Von Hausen a étudié cette transformation de matières organiques, ainsi que M. Kostytcheff. M Millson a prouvé que la fertilité naturelle des plaines de la Guinée était due aux *façons* que donnent les vers de terre et M. Wollny a pu constater que la présence de ces animaux dans un sol augmentait les récoltes.

Il ne faudrait pas songer à améliorer les propriétés physiques d'une terre sans considérer les aptitudes et les besoins des plantes que l'on désire cultiver. Quelques exemples en donneront rapidement une idée.

Une terre humifère perméable, riche en azote, pauvre en calcaire, convient parfaitement à des plantes telles que des Azalea, des Andromeda, des Rhododendron ; essayez d'y cultiver des tabacs ou du maïs, des haricots ou du blé, vous obtiendrez des résultats désastreux comme rendements. Si dans un pareil sol, vous ajoutez 3 à 5 0/0 de marne ou 1 à 2,5 0/0 de chaux et des phosphates, vous aurez de magnifiques récoltes de haricots et de blé, mais les Azalea et les Rhododendron mourront ou péricliteront certainement.

En résumé, il faut toujours étudier les rapports des plantes avec les substances que l'on désire introduire dans le sol comme amendements sous peine parfois de résultats fâcheux.

La conclusion de l'étude des propriétés physiques des terres est qu'elles jouent au point de vue de la culture des plantes un rôle prépondérant.

Il est donc indispensable d'avoir une idée exacte de la constitution physique de la terre où on cultive.

L'examen de la végétation spontanée peut a priori dans quelques cas donner une notion de l'élément prépondérant ; ainsi dans les terres argileuses, on constate la présence des « Potentilla anserina, P. argentea, Orobus tuberosus ; dans un sol calcaire, Veronica hederæfolia, Campanula glomerata, Onobrychis viciæfolia, Lithospermum officinale, les Lavandes, Thyms ; pour une terre siliceuse les Silènes, la Veronica verna ; dans un sol contenant beaucoup d'humus, Vaccinium myrtillus, V. uliginosus, Oxycoccos palustris, Caluna vulgaris, Erica cinerea, scoparia, tetralix et vagans, Spergula subulata, Empetrum nigrum, Eriophorum vaginatum, E. latifolium, E. angustifolium, Sphagnum obtusifolium, S. acutifolium, Rumex acetosella.

En outre, dans les terrains à sous-sol argileux, on rencontre l'Equisetum arvense. Mais les indications que fournit la végétation sont beaucoup trop peu précises et dans tous les cas il faut recourir à l'analyse physique de la terre.

Analyse physique du sol.

La prise d'échantillon de la terre qui doit être soumise à l'analyse est une opération beaucoup plus délicate qu'on ne le suppose généralement.

Si on doit cultiver dans un sol en place, on doit avoir une idée de l'épaisseur de la couche cultivable, de la nature et des propriétés physiques du sous-sol.

En plusieurs points différents du terrain considéré, on fait ouvrir une tranchée de 1 mètre de profondeur. On note l'épaisseur du sol et du sous-sol. Puis on prélève verticalement avec une bêche une tranche de terre de toute l'épaisseur du sol et on la jette dans un panier. On répète cette opération autant de fois que l'on a fait ouvrir de tranchées de manière à avoir réuni une vingtaine de kilos de terre. On mélange intimement tous ces échantillons et, sur l'ensemble, on en prélève 3 kilos qui serviront pour l'analyse mécanique, 1 pour l'analyse physique et le dernier pour l'analyse chimique. Ces trois échantillons sont mis dans des flacons bouchés.

Si on ne doit pas utiliser le sol sur place, mais pour des cultures en bâches, en bacs ou en pots, on en fait réunir des tas que l'on brasse à plusieurs reprises, puis on prend en différents points et à différentes profondeurs de petites fractions de terre que l'on mélange et c'est dans ce mélange que l'on prend les 3 échantillons.

Il est d'abord utile de déterminer rapidement la densité de la terre. On prend à cet effet une éprouvette graduée de 1 litre, on y verse 450 centimètres cubes d'eau distillée. D'un autre côté, on a pesé 100 grammes de la terre dont on veut déterminer la densité. On verse cette terre dans l'éprouvette dont on lave les parois avec 50 centimètres cubes d'eau. On lit sur l'échelle le nombre de centimètres cubes dont le volume primitif (500 c.m.c.) a été augmenté, soit 595 $\frac{P}{v} = D$ donne $\frac{100}{95} = 1{,}052$, densité cherchée.

On procède ensuite à la détermination de la quantité d'eau contenue dans l'échantillon. Il suffit de faire deux pesées de 10 grammes de terre dans deux

soucoupes tarées, que l'on place pendant deux ou trois jours dans une étuve chauffée à 120° ou 105° au moins. Quand les soucoupes ne varient plus de poids, la différence entre ce poids et le chiffre primitif représente le poids d'eau contenue.

On procède ensuite à l'analyse mécanique. Toute la terre à analyser ayant été passée à l'étuve, on en prend 200 grammes que l'on place sur un tamis à mailles de 1 centimètre de diamètre. Il reste sur les mailles soit des pierres ou des débris organiques, on les frotte avec la main pour faire tomber la terre qui y adhère, puis on les classe en débris organiques qui sont facilement séparables, et en pierres calcaires. Une goutte d'acide faisant effervescence permet de reconnaître les pierres calcaires. On pèse toutes ces substances et on en établit la proportion pour 100.

Toute la terre qui a passé au travers des mailles du tamis est jetée sur un autre dont les mailles ont 0 cm. 01. On force au passage les particules avec la paume de la main et on imprime un mouvement de va-et-vient. On pèse la fraction du sol restée sur le tamis, puis on la verse dans un vase assez profond rempli d'eau. L'humus surnage, on le recueille avec une spatule, on le met à l'étuve et on le pèse quand il est sec.

Il y a au fond du vase du calcaire, de la silice et de l'argile ; on décante, puis, sur le mélange, on verse de l'eau tiède aiguisée d'acide chlorhydrique. Le calcaire se dissout, on lave à plusieurs reprises et on filtre. Pour séparer la silice de l'argile on emploie le procédé que nous décrirons pour l'analyse physique de la terre fine. Le poids du calcaire est obtenu par

différence. On peut par exemple alors dresser le tableau suivant :

TERRE DE BRUYÈRE DE RAMBOUILLET (*Seine-et-Oise*)

Eau.	31,80 0/0	
Densité	1,101	
	Particules de plus de 0 m. 01	Particules de plus de 0 m. 001
Pierres calcaires. . .	0,0 0/0	0,0 0/0
— non calcaires.	0,20	11,89
— argileuses . .	0,0	0,0
Débris organiques. .	2,20	6,22
	2,40	18,11
Matières grossières. .	20,51 0/0	
Terre fine.	79,49	

Le poids de la terre fine est obtenu par différence.

Cette analyse mécanique de la terre arable a une grande importance; elle est à tort négligée beaucoup trop souvent. Son principal intérêt est de permettre une interprétation rationnelle des nombres donnés par les analyses physiques et chimiques et de permettre les calculs exprimant la valeur exacte du stock d'éléments fertilisants contenus dans la terre. Nous n'estimons pratiquement utile pour des cultures d'une faible durée comme celles que l'on exécute dans des pots, bâches, que les particules terreuses qui ont moins de 1 millimètre de diamètre. Ceci est certainement arbitraire et montre la nécessité de la fréquence des analyses quand le même sol doit porter plusieurs cultures. On admet que plus les corps sont finement divisés, plus leurs chances de solubilisation sont accrues, par consé-

quent leur assimilabilité par les plantes est rendue plus facile, soit à l'état de solution, soit en place. Les chances de solubilisation par contact des racines sont plus grandes pour les fines particules que pour les grosses. On sait en effet que les racines peuvent, par contact, modifier la nature des éléments insolubles sur lesquels elles se fixent. C'est un fait d'expérience que la zone absorbante des radicelles offre une réaction acide (due aux acides citriques et maliques). Ces solutions acides attaquent les particules rocheuses et forment avec leurs bases des composés dialysables qui peuvent être absorbés.

Analyse physique de la terre fine.

Cette suite d'opérations, de même que l'analyse chimique dont il sera question plus loin, ne peut être faite avec profit que par un chimiste exercé. Il nous semble peu avantageux de conseiller d'entreprendre ces opérations délicates quand on ne possède pas un matériel approprié et une longue pratique. Les laboratoires d'analyses sont répandus partout aujourd'hui et pour un prix minime on peut rapidement avoir des données exactes. Le seul soin à prendre est de faire la prise d'échantillon comme nous l'avons indiqué et de bien spécifier ce que l'on désire connaître au sujet de la terre qui va être soumise aux études du chimiste.

Pour l'analyse mécanique et physique, demander : la quantité d'eau contenue dans l'échantillon et sa densité ; puis une analyse mécanique complète, comme nous l'avons indiqué, et enfin la proportion de terre fine et sa composition centésimale en silice, calcaire, argile et humus.

Le chimiste vous remet alors un bulletin d'analyse ainsi conçu :

Eau	42,5 0/0	
Densité.	1,385	
	Particules de plus de 0 m. 01	Particules de plus de 0 m. 001
Calcaire.	0,05 0/0	0,90 0/0
Silice.	1,00	4,25
Argile.	0,00	0,00
Humus	1,75	8,05
	2,90	13,20

Matières grossières. .	16,00 0/0
Terre fine.	84,00
Silice.	70,00
Argile.	5,25
Calcaire.	3,42
Humus	20,55

En voici l'interprétation : 1 kilogramme de cette terre contient $\frac{575 \times 100}{84}$ = 684 gr. 50 de terre fine et sèche composée de :

Silice. . . . $\frac{70 \times 684,5}{100}$ = 479 gr. 15

Argile. . . . $\frac{5,25 \times 684,5}{100}$ = 35 gr. 93

Calcaire. . . $\frac{3,42 \times 684,5}{100}$ = 23 gr. 40

Humus . . . $\frac{20,55 \times 684,5}{100}$ = 140 gr. 66

On peut nous objecter que cette manière d'interpréter les résultats n'est pas rigoureusement scientifique ; elle est en tous cas très pratique, et cadre suffisamment avec les idées actuelles. Cette méthode ainsi appliquée aurait un avantage très grand,

l'unification de l'expression des résultats, ce qui permettrait de comparer plus utilement les diverses recherches.

Analyse physique. — Pour l'analyse physique de la terre fine, la méthode de M. Schlœsing est universellement adoptée. On opère sur 5 grammes de terre sèche que l'on place dans une petite capsule de porcelaine. On leur ajoute un peu d'eau distillée et on frotte la terre avec l'index pour séparer l'argile du sable. En augmentant la quantité d'eau, on la voit devenir bourbeuse. On décante avec soin dans un grand verre, et on obtient ainsi au fond de la capsule un dépôt de sable assez gros et bien lavé. Ce sable séché et pesé donne le sable grossier. Le sable fin, le calcaire, l'argile et l'humus se trouvent dans l'eau de décantation. On ajoute de l'acide azotique de manière à avoir un liquide franchement acide. L'eau de décantation devient claire, l'argile et l'humus ont été coagulés par le sel de chaux formé. On filtre et on lave à l'eau distillée. On peut obtenir le poids du calcaire soit indirectement en soustrayant le poids de tous les éléments du poids primitif de la terre, mais il vaut mieux le doser directement, ce qui évite cette opération, par l'analyse chimique. A cet effet, le liquide filtré est concentré à 80 centimètres cubes, on y ajoute de l'ammoniaque jusqu'à neutralisation, puis de l'acide acétique. A ce moment, on filtre. On fait bouillir ce liquide filtré et on y ajoute en excès de l'oxalate d'ammoniaque. Il se forme de l'oxalate de chaux, on le rassemble, puis on le filtre. On incinère le filtre dans une capsule en y ajoutant une goutte d'acide sulfurique et on pèse la chaux à l'état de sulfate de chaux.

On reprend le filtre sur lequel sont restés mélangés l'argile, l'humus et le sable fin. On le crève dans un entonnoir placé au-dessus d'un grand verre. On lave le filtre convenablement et on ajoute un excès d'ammoniaque. L'humus est dissous et l'argile reste en suspension dans le liquide. On peut séparer à ce moment le sable fin par décantation, le laver et le peser. Pour séparer l'argile de l'humus, on ajoute une certaine quantité de chlorhydrate d'ammoniaque. L'argile est coagulée, on la sépare par décantation, on la lave et on la pèse.

Puis, on sature le liquide décanté par de l'acide chlorhydrique, ce qui précipite l'humus que l'on peut recueillir, sécher et peser.

Cette méthode d'analyse ne donne pas de chiffres rigoureusement exacts pour l'humus; nous indiquerons, en nous occupant de l'analyse chimique, le moyen de doser cet élément avec précision.

Dans tout le cours de ce chapitre, nous nous sommes attachés à étudier le milieu où les plantes enfoncent leurs racines et où elles se fixent plus ou moins solidement pour permettre le développement de l'appareil foliacé, ainsi que l'absorption de l'eau et des aliments dissous. Nous avons vu par quels ingénieux mécanismes l'eau circule dans le sol ainsi que l'influence de l'aération, de la sécheresse, de l'humidité et du froid; nous étudierons en détail dans le prochain chapitre : l'alimentation que la terre fournit aux végétaux.

CHAPITRE IV

LE SOL, SOURCE D'ALIMENT DES PLANTES

L'EAU DU SOL, ALIMENT DES PLANTES

Nous avons vu que toute terre arable est gorgée d'eau et qu'elle contient des matières organiques en voie de décomposition constituant l'humus, associées à des éléments minéraux qui se présentent sous les formes les plus complexes comprenant de l'oxygène, hydrogène, azote, carbone, phosphore, soufre, potassium, sodium, magnésium, silicium, fer, manganèse, zinc et quelques autres métaux dont on a seulement pu signaler des traces, entre autres le rubidium et le cæsium.

L'eau qui circule incessamment joue un rôle chimique d'une importance exceptionnelle dans le sol. Nous verrons plus loin comment elle favorise en outre la nitrification et certaines autres fermentations.

Elle agit surtout vis-a-vis des particules terreuses comme dissolvant, et permet ainsi l'assimilation des composés minéraux par les racines des plantes ; c'est l'eau qui rend possibles les phénomènes de dialyse. Indépendamment de ces actions, l'eau peut être considérée comme fournissant un appoint parfois notable à l'alimentation végétale, par les principes qu'elle

contient en solution. Souvent même elle en renferme des proportions trop considérables (carbonate et sulfate de chaux) et dans ces conditions devient difficilement utilisable pour les arrosages.

Il est toujours avantageux pour un horticulteur d'avoir une idée nette de la nature et de la composition de l'eau qu'il peut fournir aux plantes qu'il cultive. Il aura, suivant les cas, parfois un immense avantage à les améliorer et à les purifier.

L'eau de pluie apporte au sol une notable quantité d'azote, soit à l'état d'ammoniaque ou sous forme d'azote nitrique. Recueillie à la campagne, elle en renferme environ 0 mmg. 79 par litre. Dans les centres industriels, à Paris par exemple, cette quantité s'élève suivant les saisons jusqu'à 4 milligrammes. L'azotate d'ammoniaque est moins fréquent dans l'eau de pluie en hiver qu'en été, on en a constaté à Lyon 0 mmg 3 par litre en hiver et 2 milligrammes en été, ce qui constitue une moyenne de 1 mmg 10.

L'eau de pluie contient en outre des matières minérales et des matières organiques. La neige à poids égal donne un résidu sec plus considérable que l'eau de pluie. Elle nettoie l'air en tombant, si on peut se servir de cette expression. Ces notions résultent des analyses de M. Marchand, de Fécamp :

	EAU DE NEIGE	EAU DE PLUIE
	Gr.	Gr.
Chlorure de sodium . . .	0,01704	»
Bicarbonate d'ammonium	0,00129	0,00174
Azotate d'ammonium. . .	0,00154	0,00189
Sulfate de sodium	0,01563	0,01007
— de calcium. . . .	0,00088	0,00087
Matières organiques . . .	0,02385	0,02468
Par litre, en grammes . .	0,06023	0,03905

Voici une évaluation approximative de l'apport annuel des éléments fertilisants par l'eau de pluie pour un mètre carré de terrain dans le bassin de la Seine.

	Gr.
Bicarbonate d'ammonium	0,9222
Azotate d'ammonium	1,0017
Sulfate de sodium.	5,3371
— de calcium	0,0461
Matières organiques.	13,0804
Total en grammes.	20,3873

On voit que cet apport n'est pas insignifiant ; il est de beaucoup augmenté dans le voisinage des grandes villes.

Dans un très grand nombre de cas, on ne fournit pas aux plantes de l'eau de pluie, mais le plus souvent des eaux qui ont ruisselé à la surface du sol et qui se réunissent dans les cours d'eau et parfois des eaux de provenance souterraine. Ces eaux ont dissous des quantités très variables d'éléments minéraux et peuvent fournir un appoint considérable à l'alimentation minérale. Il sera utile pour en avoir une idée de consulter le tableau que nous reproduisons ci-contre et qui montre la composition de l'eau de nos grands fleuves de France.

On verra quelle foule de composés ces eaux contiennent en solution. Au point de vue de l'alimentation humaine, une eau potable ne doit pas renfermer plus de 0 gr. 5 de carbonate de chaux par litre, moins de 0,15 de sulfate de chaux ; 0,12 de sulfate de magnésie et le poids de l'extrait sec ne doit pas être supérieur à 0,55. Pour l'alimentation végétale, on peut considérer que ces chiffres peuvent être un peu surélevés sans nuire ; cependant un grand

Composition du résidu de quelques eaux
(par litre).

	SEINE Bercy	GARONNE Toulouse	LOIRE Meung	RHÔNE Lyon
Carbonate de chaux. .	0,1655	0,0645	0,0481	0,1410
— magnésie .	0,0034	0,0034	0,0061	»
— soude . . .	»	0,0065	0,0146	»
— manganeux	»	0,0030	»	»
Silice.	0,0244	0,0401	0,0406	Traces.
Silicate de potassium.	»	»	0,0044	»
Alumine	0,0005	»	0,0071	»
Oxyde de fer.	0,0025	0,0031	0,0055	»
Sulfate de chaux. . .	0,0269	»	»	0,0140
— magnésie. . .	»	»	»	0,0160
— soude.	»	0,0053	0,0034	»
— potasse. . . .	0,0050	0,0076	»	»
Chlorure de sodium. .	0,0123	0,0032	0,0048	»
— magnésium .	»	»	»	0,0010
Azotate de soude. . .	0,0094	»	»	0,0030
— magnésium. .	0,0052	»	»	»
Matières organiques. .	»	»	»	0,0070
	0,2551 (Deville.)	0,1367 (Deville.)	0,1346 (Deville.)	0,1820 (Bureau.)

nombre de plantes se refusent absolument à croître dans des milieux renfermant même des quantités très faibles de chaux ou de magnésie, et pour les Orchidées épiphytes, les Cattleya par exemple, une eau qui contiendrait plus de 0,1 de carbonate de chaux serait impropre.

Il faudra donc toujours au moins, avoir une idée de la composition moyenne de l'eau que l'on emploie pour les arrosages et connaître le poids par litre d'extrait sec, d'acide sulfurique et de chaux.

Si ces proportions de ces diverses substances dépassent les chiffres que nous avons indiqués plus

haut, il faut soit employer de l'eau pure et pour cela recueillir l'eau de pluie dans des citernes, ou purifier l'eau ordinaire que l'on a à sa disposition. On peut, à cet effet, employer plusieurs procédés.

Quand l'eau contient du bicarbonate de chaux en excès, on peut, en y ajoutant une quantité déterminée de chaux éteinte, transformer le bicarbonate soluble en carbonate insoluble qui se dépose, et enlever l'eau purifiée par décantation ; il faut alors préalablement doser le calcaire et calculer d'avance la quantité de chaux à introduire. Nous considérons le procédé suivant comme beaucoup préférable quoique moins usité, on dose la quantité de carbonate de chaux contenu dans l'eau d'un récipient de volume déterminé, puis on ajoute dans cette eau une quantité d'acide nitrique juste suffisante pour la saturation du calcaire. On obtient ainsi une eau riche en nitrate de chaux et particulièrement convenable au développement des plantes, qui peut ainsi éviter la dépense d'engrais azotés. Il faut dans ce cas posséder une installation un peu particulière.

Dans la partie la plus haute du domaine à arroser, on dispose un réservoir. Ce récipient est surmonté d'un bac de traitement où arrive l'eau par un robinet à flotteur. On peut être automatiquement averti de la fin de l'emplissage par un contact électrique, facile à imaginer ; à ce moment on dose rapidement le calcaire contenu dans l'eau avec un hydrotimètre ; des tables spéciales indiquent immédiatement la quantité d'acide nitrique à ajouter pour le saturer. On opère un brassage du mélange avec un agitateur, puis on ouvre une large soupape qui le laisse couler dans le réservoir alimentant les canalisations d'arrosage.

Quand l'eau contient du sulfate de chaux on peut, pour la purifier, y ajouter une solution de carbonate de soude qui transforme le sulfate de chaux en sulfate de soude très soluble et en carbonate de chaux qui est précipité. Dans ce cas, il faut toujours décanter le liquide dans le bac de traitement.

L'HUMUS DU SOL

La formation et l'origine de l'humus ont été expliquées brièvement au chapitre deuxième ; on a pu voir comment, sous les différentes influences extérieures, la matière organique primitivement vivante se modifiait et se désorganisait peu à peu.

La composition de l'humus reflète toujours en l'amplifiant la composition de la matière dont la décomposition lui a donné naissance.

Dans les forêts ce sont les feuilles d'arbres et les détritus végétaux de toute nature qui donnent naissance à l'humus, cet humus est plus riche en matières azotées et en matières minérales que les substances dont il provient, ce qui résulte des constatations suivantes :

PLANTES ayant formé l'humus	AZOTE dans la plante	AZOTE dans l'humus	AUTEURS
	P. 100	P. 100	
Foin.	1,62	4,42	Kostytcheff.
Trèfle	2,00	5,28	—
Stipe plumeuse . .	1,88	4,50	—
Fétuque.	1,27	2,10	—
Cornouiller	1,30	4,70	Mayer.
Bruyère	0,90	5,10	G. Truffaut.
Chêne	0,80	4,70	—

A titre de renseignements, voici la composition moyenne des végétaux dont la décomposition spontanée fournit le plus habituellement l'humus des forêts :

VÉGÉTAUX	EAU	AZOTE	PhO^5	KO
	P. 100	P. 1000	P. 1000	P. 1000
Bruyère	20	0,9	0,10	0,40
Fougère (Pteris) . . .	16	2,4	0,45	2,40
Genêt	16	2,5	0,23	0,80
Prêle.	14	1,8	0,41	2,70
Roseaux	18	1,1	0,12	0,43
Feuilles de Hêtre. . .	15	0,8	0,24	2,58
— de Chêne . .	15	0,8	0,34	2,02
— de Sapin . .	47,5	0,5	0,20	0,54
— de Pin. . . .	13,5	0,8	0,10	0,46
— d'Epicea. . .	12,6	0,9	0,20	1,60
Mousse.	25	1,0	0,16	0,29

On peut, en consultant ce tableau, présumer de la composition d'un humus spécial en examinant sa provenance et sa formation. Nous voyons, par exemple, que l'humus qui résulte de la décomposition des feuilles de la Fougère commune « Pteris aquilina » est celui qui devra contenir les plus fortes proportions de potasse, d'acide phosphorique et d'azote ; de même celui qui proviendra des genêts renfermera beaucoup d'azote, mais peu d'acide phosphorique.

Azote dans les feuilles d'arbres 0/0.

Erable . . .	0,98	Sorbier . . .	0,88	Micocoulier	0,89
Platane. . .	0,89	Frêne. . . .	0,84	Bouleau . .	0,52
Catalpa. .	0,70	Noisetier . .	0,65	Charme. . .	0,74
Marronnier.	0,54	Prunier . . .	1,08	Aulne noir.	1,36
Robinia . .	1,05	Peuplier. . .	0,98	Vigne . . .	0,80
Tilleul . . .	0,97	Saule	1,28	Pommier. .	0,52
Olivier . . .	0,50	Mûrier. . . .	1,63		

Les feuilles d'arbres constituant souvent l'humus, l sera utile à cet égard de consulter le tableau cidessus.

Quand on doit incorporer des matières organiques destinées à fournir de l'humus à des sols n'en renfermant pas naturellement assez, il faut se rendre compte de la nature de ces substances et de l'apport d'éléments fertilisants introduit ainsi dans le sol. Voici quelques renseignements à ce sujet :

MATIÈRES	EAU 0/0	AZOTE	ACIDE PHOSPHORIQUE	POTASSE	CHAUX
Paille de blé. . . .	»	0,48	0,23	0,49	0,26
Jones.	14,0	0,37	0,43	1,69	0,42
Tourbe	15,0	0,64	0,09	0,08	»
Fucus.	70,0	0,40	0,15	0,75	0,75

Le plus souvent ces matières ont été améliorées au point de vue fertilisant avant leur incorporation dans le sol, en servant de litières pour les animaux. Voici la composition des substances les plus employées et enrichies par des déjections :

MATIÈRES	EAU 0/0	AZOTE	ACIDE PHOSPHORIQUE	POTASSE	CHAUX
Fumier	75	0,47	0,30	0,52	0,50
Déjections solides.	77,2	1,60	1,00	0,50	»
— liquides.	»	0,95	0,20	0,18	»
Gadoues de Paris.	»	0,38	0,41	0,42	2,57
Eaux d'égouts par mètre cube . . .	»	0,045	0,018	0,037	0,350

Ces matières sont hétéroclites et fort peu homo-

gènes, il ne faut donc considérer ces chiffres que comme les moyennes d'un grand nombre d'analyses.

Etude chimique de l'Humus.

Parmi les chimistes qui se sont occupés de la constitution de l'humus, nous citerons MM. Detmer, Déhérain, Boullay, Klaproth, Herman, Mulder, Malaguti et Stein.

M. Detmer séparait l'humus en traitant une terre humifère par du chlorure de sodium ; il filtrait la solution et précipitait l'humus par de l'acide chlorhydrique. Il reprenait ce précipité à l'eau bouillante, et le lavait un grand nombre de fois. Il donna au corps brun obtenu le nom d'acide humique, de formule $C^{20}H^{18}O^{9}$. Il observa qu'en combinant cet acide à l'ammoniaque ou à l'oxyde d'argent, cette formule devait être triplée $C^{60}H^{54}O^{27}$ pour être exacte. Il le décrivit comme un corps amorphe se décomposant à 145°, soluble à 6° dans 8333 parties d'eau et dans 13784 quand il avait été desséché à 110°.

On crut à une certaine époque pouvoir distinguer deux acides dans l'humus obtenu de la précipitation d'une solution alcaline ayant filtré sur une terre, par l'acide chlorhydrique.

	C	H	O
Ac. carbo-ulmique soluble dans l'alcool	62,36	4,77	32,87
— humique insoluble —	64,59	5,15	30,26

Peu après, on crut prouver que l'humus pouvait être obtenu par synthèse. On chauffait à cet effet un hydrate de carbone ; du sucre par exemple, avec un acide et on prolongeait fort longtemps l'ébullition. Il se dégageait de l'acide formique et il se pro-

duisait de petites écailles brunes flottant à la surface du liquide et s'attachant aux bords des vases, auxquelles on donna le nom d'ulmine. Cette ulmine attira à ce moment l'attention d'un grand nombre de chimistes qui établirent ainsi sa composition :

	BOULLAY	MALAGUTI	STEIN	MULDER		
Carbone . .	56,7	57,4	64,2	65,6	64,0	64,7
Hydrogène .	4,8	4,7	4,6	4,6	4,4	4,3
Oxygène . .	38,5	37,9	31,2	29,9	31,6	31

On voit que la formule de ce corps était loin d'être invariable. M. Péligot obtint en traitant du glucose par de la potasse caustique et en précipitant par l'acide chlorhydrique un produit qui contenait

Carbone, 61,9 ; hydrogène, 5,3 ; oxygène, 32,8.

et qui se rapprochait de l'humus par ses propriétés.

M. Braconnot et M. Millon, qui traitaient du charbon de bois par un alcali, et arrivèrent à peu près aux mêmes résultats un peu plus tard et M. de Soubeyran analysant l'humus naturel lui assigna la composition suivante :

Carbone, 55,3 ; hydrogène, 4,8 ; oxygène, 37,4
et azote, 2,5.

Il résulte de ces diverses études que l'humus est un mélange de composés hydro-carbonés auxquels on ne peut appliquer une composition définie. C'est un mélange de corps carbonés à divers états d'oxydation, qui contient de l'azote engagé dans des combinaisons ayant les propriétés des amides et en outre des ma-

tières minérales. Les analyses de tourbes qui suivent montrent bien combien la composition de l'humus varie avec son âge et le degré d'oxydation des matières organiques qui le constituent par leur réunion. On peut à ce sujet faire remarquer que la richesse en carbone croît avec l'épaisseur de la tourbe ainsi du reste que la richesse en azote et en matières minérales, et on assiste en descendant dans la couche à la disparition des éléments de l'eau.

Composition de la tourbe.

PROFONDEUR	CENDRES	AZOTE	HYDROGÈNE	OXYGÈNE	CARBONE
Surface . .	2,719	0,80	5,43	36,02	57,75
2 m. 15 . .	7,423	2,10	5,21	30,05	62,02
4 m. 30 . .	9,164	4,05	5,01	26,87	64,07

Actuellement pour obtenir de l'humus assez pur, nécessaire aux expériences de culture ou de laboratoire, on fait filtrer au travers d'une terre humifère une solution faible de potasse caustique, puis on filtre la dissolution noire obtenue. On fait dans la liqueur un dosage alcalimétrique et on y ajoute ce qu'il faut d'acide chlorhydrique pour saturer la potasse en excès. Il se forme alors du chlorure de potassium et les corps humiques se montrent dans la liqueur à l'état floconneux. On filtre et on lave le précipité colloïdal jusqu'à ce que les eaux de lavage, qui ont perdu leur teinte ambrée, commencent à devenir jaunâtres. La matière ainsi obtenue est toujours azotée.

M. Dehérain pense que l'humus provient en majeure partie de la transformation de la vasculose et

de son mélange avec la cellulose qui, elle, soumise à la fermentation forménique, disparaît plus rapidement. Cette vasculose déshydratée dont la formule a été établie par M. Frémy

Carbone, 59,34 ; hydrogène, 54,9 ; oxygène, 35,16.

est commune dans les tissus végétaux ; elle est plus stable que les autres composés hydrocarbonés et retient les combinaisons azotées avec énergie. Elle résiste longtemps à l'action des microorganismes et des autres agents qui jouent le rôle le plus important dans la formation de l'humus.

L'humus qui se forme dans certaines conditions, en particulier à l'abri de l'air, peut avoir une réaction franchement acide. On a signalé ainsi des acides créniques, geéiques, apocréniques; ces dénominations sont appelées à disparaître, les composés qu'ils forment n'ayant pas de propriétés suffisamment distinctes. On peut quelquefois constater dans des carrières où on exploite des roches ferrugineuses rougeâtres que la zone qui est immédiatement proche de certaines racines depuis longtemps décomposées à l'abri de l'air (transformées en humus) est décolorée. Le fer s'est combiné avec un des acides de l'humus (on a cité l'acide crénique) et a ainsi formé un sel soluble qui, entraîné par les eaux d'infiltration dans les fissures de la roche, a causé la décoloration remarquée.

M. Dehérain a constaté la présence d'acide acétique dans les terres riches en humus, mais nous pensons qu'il provient d'une action microbienne dont nous nous occuperons plus loin.

Les analyses de l'humus du sol et de celui de la tourbe nous ont montré que ces corps contenaient

toujours de l'azote; on peut souvent dire que la richesse en azote d'un sol est proportionnelle à sa richesse en humus. Quelques exemples montreront la relation qui existe entre les quantités d'azote et d'humus contenues dans les principales terres que nous avons l'occasion d'utiliser en horticulture.

Plus la quantité d'humus est élevée, cependant, plus le rapport de l'azote à l'humus devient petit.

TERRES	HUMUS par kg.	AZOTE par kg.	RAPPORT Humus / Azote	AUTEURS
Terre de prairie.	68,5	1,81	19,2	Dehérain.
Terre de verger.	270,6	4,52	59,8	Truchot.
Terre fibreuse à Orchidées. . .	953,0	13,0	73,3	G. Truffaut.
Terre de bruyère de Maurepas. .	188,0	5,0	37,6	»
Terreau de feuilles de Gand. . . .	642,0	11,65	55,1	»
Terreau de couches	405,0	21,00	19,2	»

Nous ne saurions montrer sous quelle forme l'azote est contenu dans la tourbe, cette question est encore non élucidée.

On peut combiner artificiellement l'humus en les divers acides de l'humus à une foule de bases : dans le sol il existe en proportions quelquefois considérables de l'humate de chaux. Ce corps renferme environ 220 0/00 d'humus, il contient aussi de l'acide phosphorique, de la potasse, de l'oxyde de fer. Il se forme quand l'humus se trouve dans le sol en présence de carbonate de chaux. L'humate de chaux est presque insoluble dans l'eau. Dans la terre il est réparti comme une sorte de ciment autour des par-

ticules terreuses qu'il agglutine; c'est sur l'humate de chaux en particulier, que pullulent les bactéries et tous les microorganismes.

Action de l'eau sur l'humus.

L'humus, masse colloïdale, complexe, peut très lentement devenir soluble dans l'eau. On prouve cette solubilité en faisant filtrer une certaine quantité d'eau à travers une terre humifère. Le liquide ainsi obtenu est d'une belle couleur ambrée. Si en outre on soumet une terre humifère à la dialyse, en la plaçant imbibée d'eau sur la membrane du vase intérieur du dialyseur, on constate qu'une certaine quantité de matières organiques passent au travers de la membrane. Nous avons exécuté quelques expériences à ce sujet : 50 grammes de terreau de feuilles ont produit, en 20 jours, 8 centigrammes de matières organiques, ce qui correspond à 2 gr. 482 par kilogramme de terre et par année ; dans une autre expérience nous avons trouvé pour la même durée 1 gr. 795.

M. Korginsky a étudié l'action de l'eau filtrant à travers une terre des forêts de l'administration de Vilikoanodokil (Russie) et qui était riche en humus. Elle avait la composition suivante :

	P. 1000.		P. 1000.
Azote.	4,50	Chaux.	20,80
Humus	84,60	Magnésie	17,10
Silice.	798,00	Potasse	7,30
Alumine	63,30	Soude.	1,00
Oxyde de fer . . .	49,00	Acide phosphorique	20,80
— manganeux .	2,30		

Cette terre se rapproche beaucoup, par sa composition, des terres de bruyère qui se forment dans nos forêts françaises.

M. Korginsky étudia l'action naturelle de l'eau de pluie sur cette terre couverte de feuilles d'arbres en voie de décomposition et aussi sur cette même terre non recouverte de feuilles. Il trouva que la présence de l'humus en formation avait diminué dans les eaux de drainage la quantité de silice, de l'alumine, de l'oxyde de fer et de l'oxyde de manganèse en augmentant, par contre, la solution de la chaux, de la potasse, de la soude et de l'acide sulfurique. La solubilisation de la magnésie n'a pas été modifiée.

On peut facilement s'en rendre compte en examinant le tableau ci-dessous :

En une année par kilogramme de terre, l'eau a enlevé au sol :

ÉLÉMENTS	TERRE couverte de feuilles	TERRE non couverte de feuilles
	Grammes	Grammes
Silice	0,630	0,410
Alumine.	0,100	0,060
Oxyde de fer.	0,090	0,006
— de manganèse. . .	0,030	0,006
Chaux	0,450	0,580
Magnésie	0,440	0,440
Potasse	0,002	0,010
Soude	0,002	0,010
Acide phosphorique . . .	0,001	0,002
— sulfurique	0,002	0,050

Les différences constatées s'expliquent par l'action de l'acide humique sur le carbonate de chaux et les silicates alcalins du sol. Ces composés sont plus

aisément dissous, dans ce cas, que par l'eau seulement chargée d'acide carbonique. Ainsi, plus une terre contient d'humus, plus elle est exposée à perdre rapidement de la chaux, de la potasse et de l'acide sulfurique.

La matière organique solubilisée est azotée, ce qui cause une importante perte d'azote. Nous pouvons donc dire pour conclure l'étude de l'action de l'eau sur l'humus, que : 1° la matière organique azotée du sol est lentement solubilisée, mise à la disposition des racines des plantes, ou entraînée dans les eaux de drainage ; 2° cette dissolution facilite la solubilisation de certains éléments minéraux du sol : chaux, potasse, soude, acide sulfurique et acide phosphorique et par conséquent leur assimilation par les plantes.

Action de l'air sur l'humus.

En étudiant l'aération du sol, nous avons vu que l'humus s'oxydait à l'air. Cette oxydation, qui a pour résultats une production d'acide carbonique et d'eau, fait disparaître dans l'humus du carbone et de l'hydrogène, et augmente ainsi la proportion relative des matières azotées.

Les nombreuses expériences de MM. Boussingault et Dehérain ont montré que l'air confiné dans le sol contenait dans les terres pauvres en humus, 0,8 à 1,0 sur 100 volumes d'acide carbonique. Dans les terres modérément riches en humus, 1,5 à 2,5 0/0 volumes, et dans une terre de culture maraîchère on a pu noter jusqu'à 9,74. Plus la profondeur où se fait la prise d'échantillon augmente, plus la proportion d'acide carbonique trouvée est élevée.

Action de la chaux sur l'humus.

La chaux fait subir à l'humus une désagrégation qui l'amène à un très grand état de division ; puis ensuite une véritable décomposition chimique qui simplifie la molécule organique en en dégageant l'azote sous forme ammoniacale. La chaux, au point de vue de la division physique des matières organiques, les amène à un état de ténuité extrême et augmente ainsi considérablement leurs surfaces de dissolution et de diffusion. Nous aurons l'occasion de reparler de la production d'ammoniaque sous l'influence de la chaux.

Phosphate de chaux. — Le phosphate de chaux est attaqué par les acides humiques qui, opérant des doubles décompositions, solubilisent une certaine quantité d'acide phosphorique. On a pu voir qu'en ajoutant de la tourbe à des phosphates minéraux naturels, on pouvait rendre de 5 à 8 0/0 de l'acide phosphorique total soluble. Cette solubilisation eut lieu en moins de 18 semaines.

Carbonate de potasse et carbonate d'ammoniaque. Ces composés sont absorbés par l'humus en très grande quantité ; à partir d'une dose faible mais qui varie avec la nature même de l'humus et de la quantité d'humus contenue dans le sol, ils exercent une action dissolvante sur les matières organiques. On sait aujourd'hui quel rôle important joue, à ce sujet, le bicarbonate de potasse contenu dans les urines des herbivores pour la fabrication du fumier de ferme. L'emploi du carbonate de potasse sur une terre riche en humus en rend soluble une fraction

importante. C'est ainsi que dans une de nos expériences, 23 grammes de carbonate de potasse dissous dans l'eau et ajoutés à 100 kilogrammes de terreau de feuilles rendirent solubles 149 grammes de matières organiques.

Cette dissolution alcaline d'humus possède vis-à-vis de l'oxygène une action analogue à celle de l'acide pyrogallique. Elle peut en absorber une certaine quantité en noircissant.

L'étude de ce phénomène semblait présenter une certaine importance au point de vue de l'emploi du carbonate de potasse comme engrais dans une terre riche en humus. Pour savoir si cette absorption était importante, nous avons entrepris à cet effet les recherches suivantes : 6 tubes de verre épais fermés à la lampe reçurent chacun 5 grammes de terreau de feuilles; puis 10 centimètres cubes d'eau : dans le premier, 250 milligrammes; deuxième, 500 milligrammes; troisième, 1 gramme; quatrième, 2 grammes ; cinquième, 3 gr. 500; sixième, 5 grammes de carbonate de potasse. Ces tubes restèrent clos vingt-quatre jours, à la suite desquels on les ouvrit et on procéda à l'analyse des gaz :

TUBES	ANALYSE DES GAZ avant l'expérience		ANALYSE DES GAZ après l'expérience			OXYGÈNE absorbé p. 100
	Volume du tube	Oxygène contenu	Oxygène	Acide carbon.	Azote	
1	9,00	1,89	0,30	0,05	8,70	84,66
2	13,91	2,91	0,10	1,00	12,80	96,57
3	15,30	3,21	0,70	1,50	13,10	78,19
4	18,00	3,78	3,00	0,00	15,00	20,63
5	17,80	3,73	2,80	0,00	15,00	23,93
6	19,20	4,03	3,30	0,00	15,92	18,12

Dans tous les cas, on peut voir qu'une notable fraction de la quantité totale d'oxygène a été absorbée par l'humus dissous dans le carbonate de potasse. Le maximum a été pour la dose de 20 0/0 de carbonate ; au delà de ce chiffre, la diminution de la quantité d'oxygène absorbé est régulière. Il ne faut pas croire après ces recherches, cependant, que cette absorption d'oxygène par l'humus en présence du carbonate de potasse soit défavorable à la végétation, en privant les racines d'une partie de l'oxygène nécessaire à leur respiration. Si on se reporte aux doses d'engrais que l'on emploie dans la pratique, doses extrêmement faibles, si on les compare avec les quantités énormes ajoutées dans nos tubes, et si on considère que l'aération du sol est souvent artificiellement assurée dans nos cultures, on voit que l'addition de carbonate de potasse ne peut nullement être désavantageuse à ce point de vue.

Action des ferments sur l'humus.

L'humus exposé à l'air s'oxyde et forme de l'acide carbonique. On avait remarqué toutefois que la production d'acide carbonique par un sol n'était pas proportionnelle à sa richesse en humus, et on ne savait comment interpréter ce fait jusqu'au moment où on observa qu'une terre exposée aux vapeurs de chloroforme produit infiniment moins d'acide carbonique que quand elle est simplement à l'air. Il y avait donc là, en dehors de l'oxydation chimique même, une action microbienne dont l'acide carbonique était un résidu. M. Wollny trouva qu'une terre qui, après 24 heures renfermait 9 c. 47 0/0 de gaz acide carbo-

nique, quand elle était exposée à l'air, n'en contenait que 0 cc. 110 quand elle avait été préalablement stérilisée. On n'a pas encore pu isoler et cultiver le ferment; ferment figuré spécial ou mélangé d'organismes dont l'action se porte sur le carbone ; il est, en tous cas, essentiellement aérobie.

FERMENTATION BUTYRIQUE

Dans toutes les terres qui contiennent de l'humus, on a pu démontrer la présence du ferment butyrique. Son rôle a été étudié avec beaucoup de soin par MM. Dehérain et Maquenne au Muséum d'histoire naturelle de Paris. Le « bacillus butylicus » vit aux dépens des hydrates de carbone qui se trouvent en présence de pierres calcaires. Il transforme ces hydrates de carbone ou composés analogues aux glucoses en les dédoublant en acide butyrique, acide carbonique et hydrogène. L'acide butyrique qui se forme ainsi s'unit à la chaux donnant du butyrate de chaux. La présence du calcaire est, comme nous l'avons dit, indispensable pour que la fermentation butyrique puisse s'établir. Il apparaît aussi, dans la dernière période de cette fermentation, un peu d'acide acétique et même d'acide propionique. C'est cette découverte de la fermentation butyrique qui a permis d'expliquer la production spontanée d'azote libre par une terre humide. Cet azote provient de la réduction des nitrates contenus dans ce sol et c'est précisément le ferment butyrique qui opère cette réduction par un mécanisme un peu trop complexe pour être exposé ici.

FERMENTATION ACÉTIQUE

L'organisme qui produit cette fermentation se

trouve parfois dans le sol, c'est le Mycoderma aceti, aujourd'hui parfaitement connu. Nous avons déjà constaté l'apparition d'acide acétique dans la terre comme sous-produit de fermentation ; on a aussi signalé sa présence spontanée dans certaines terres tourbeuses. On a souvent pu remarquer que quelques végétaux périclitaient par suite de la décomposition de leurs racines, quand celles-ci pénétraient dans un milieu imperméable ; cette pourriture est due à la formation d'alcool dans les tissus. L'alcool, que l'on trouve ainsi dans certains tissus végétaux et aussi dans le sol, fournit un milieu de culture propre au développement du Mycoderma aceti. Il produit par suite de son action de l'acide acétique et de l'eau ainsi que quelques sous-produits accessoires (acide succinique). Essentiellement aérobie, il se répand à la surface des objets comme un espèce de voile.

D'autres ferments agissent sur les composés carbonés pour les dissocier; nous avons vu qu'à l'époque houillière il existait déjà des Micrococcus dont on a pu retrouver des traces dans la houille. (Silex houillers.)

FERMENTATION FORMÉNIQUE

On peut isoler et cultiver le ferment forménique qui agit sur l'humus en rendant soluble la cellulose et qui produit du formène et de l'hydrogène. La présence de ce ferment peut être constatée dans nombre de matières organiques en décomposition à l'abri de l'air et en particulier dans les tas de fumier. On peut le trouver dans le sol.

FERMENTATION AMMONIACALE

L'humus contient toujours, nous l'avons vu, une

notable quantité d'azote qui se trouve associé à de l'hydrogène, de l'oxygène et du carbone. Ces combinaisons formaient primitivement des albuminoïdes dans les tissus végétaux. Les intéressantes et récentes recherches de M. A. Hébert, ont montré que ces matières albuminoïdes du sol y jouent le rôle d'amides. Elles peuvent en effet donner naissance à des sels ammoniacaux (carbonate et sulfhydrate dans quelques cas) par simple fixation d'eau. Une fraction assez importante de la matière azotée de la terre peut donc être ainsi transformée en composés ammoniacaux. Mais cette production est limitée par la présence même de sels ammoniacaux dans le sol et elle n'intervient donc que d'une façon assez faible dans la solubilisation des composés protéiques.

L'apport de chaux dans une terre assez riche en humus active considérablement la production spontanée d'ammoniaque. M. Boussingault, dans ses recherches sur les terres du Liebfrauenberg, trouva que :

10 gr. de chaux, ajoutés à 1 kilo de terre, donnaient en un mois 0 gr. 079 AzH^3.
0 gr. — 0 gr. 0010

il s'opère dans ce cas sur l'humus azoté une action chimique semblable à celle que l'on observe en préparant le gaz ammoniac dans les laboratoires. Mais la production de l'ammoniaque est surtout due à la présence d'un ferment, le ferment ammoniacal qui, du reste, n'a pu être isolé jusqu'à ce jour. Il ne semble pas devoir être identique au ferment trouvé par M. Ladureau dans un grand nombre de sols, et qui a la propriété de transformer l'urée en carbonate d'ammoniaque. On a pu démontrer l'existence

du ferment ammoniacal, en portant une terre à la température de 90°. Température suffisante pour arrêter l'action du ferment nitrique, mais pas assez forte pour détruire des organismes plus résistants. Une terre ainsi traitée donne, pendant une période de quatre mois, 0 gr. 008 d'ammoniaque. Par contre, la même terre, chauffée à 100° et soumise à l'expérience pendant le même laps de temps, ne produit pas trace d'ammoniaque. Il y a donc un ferment ammoniacal spécial. L'étude de cette fermentation est difficile à cause de la rapidité de la transformation sous l'influence d'autres organismes de l'ammoniaque produite. Mais on est sûr aujourd'hui que c'est ce ferment ammoniacal qui commence le travail de la désorganisation des matières protéiques.

Dans les terres humides et riches en humus, les moisissures interviennent pour une part importante dans la formation de l'ammoniaque ; dans les terres arables, le « Bacillus mycoïdes » semble aussi agir en ce sens. Le plus souvent la fermentation ammoniacale est anaérobie.

FERMENTATION NITRIQUE

Depuis longtemps on avait constaté la présence d'une quantité notable de nitrates dans les eaux de drainage des terres cultivées ; et on ne pouvait expliquer leur origine que par la théorie de l'oxydation de l'ammoniaque dans les corps poreux. Les belles découvertes de MM. Schlœsing et Müntz, en 1877, démontrèrent que la nitrification et par suite la présence de nitrates dans les eaux de drainage est due à un ferment. Ces savants prouvèrent que quand une terre est stérilisée ou soumise aux vapeurs de

chloroforme, elle ne produit plus d'azote nitrique, mais ne purent isoler l'organisme nitrifiant. Plus heureux, un physiologiste russe, M. Vinogradsky, réussit à démontrer et à prouver que la formation d'acide nitrique dans le sol était due au travail successif de deux ferments. Le premier, la nitromade ou monade nitreuse, transforme l'ammoniaque produite par le ferment ammoniacal en acide nitreux, et par conséquent produit des nitrites solubles. Ces nitrites, extrêmement instables, sont oxydés dans la terre sous l'influence d'un autre ferment, le Micrococcus nitrificans, et transformés définitivement en nitrates. Il put séparer et cultiver ces organismes. Le premier, la « nitromonade », est un petit corps ovale, un peu fusiforme, cilié, et se mouvant avec agilité dans les liquides; le deuxième, se présente sous forme de bâtonnets anguleux et parfois de formes irrégulières. Ces organismes relient d'une manière inattendue le règne minéral au règne végétal ou animal. Ils sont susceptibles, pour former la substance même de leurs tissus, de prendre une partie du carbone des carbonates, et trouvent dans la combustion de l'hydrogène de l'ammoniaque l'énergie nécessaire à la réduction de l'acide carbonique. (Théorie de Lœw.)

L'hydrogène de l'ammoniaque (Az^4OH) sert à réduire l'acide carbonique (CO^2); on peut admettre que l'oxydation de l'ammoniaque en bioxyde d'azote (AzO^2) n'est pas toujours complète et qu'on peut trouver :

$$2\,AzH^3 + 2\,O^2 = 2\,AzO^2H + 4\,H$$

Cet hydrogène sert ensuite à réduire l'acide carbonique :

$$CO^2 + 4\,H = CH^2O + H^2O$$

Il se forme ainsi un hydrate de carbone qui assure un aliment au ferment.

Il s'est élevé une discussion entre MM. Müntz et Warrington au sujet de l'oxydation de l'acide nitreux. M. Müntz pensait que cette oxydation pouvait se faire directement sous l'influence de l'air, et M. Warrington émettait l'opinion contraire aujourd'hui admise, depuis que M. Vinogradsky a montré que cette oxydation était due à un ferment.

C'est ainsi que prennent naissance les nitrates de la terre arable, quand l'acide nitrique formé par l'action des ferments trouve à proximité une base salifiable (chaux, soude, potasse). Avant d'entrer plus avant dans l'étude de la nitrification, c'est-à-dire la solubilisation de l'azote des matières organiques, il convient de voir comment les plantes peuvent absorber l'azote nécessaire à leur vie. L'azote forme la plus grande partie de l'air; à l'état gazeux, il ne peut être absorbé par les plantes que dans des conditions bien particulières. Les Légumineuses sont capables d'absorber l'azote atmosphérique par l'intermédiaire de bactéries qui vivent dans des nodosités que l'on rencontre sur leurs racines. On a pu aussi démontrer que certains végétaux cryptogamiques (Mousses) absorbent directement l'azote de l'air, et des découvertes ultérieures montreront probablement que l'absorption d'azote libre est plus fréquente que nous ne le supposons actuellement. Le sol lui-même, d'après M. Berthelot, peut s'enrichir en azote, sous l'influence de ferments fixateurs spéciaux.

L'azote peut aussi être pris par les plantes sous la forme d'ammoniaque ; l'air en contient, en effet, une certaine quantité qui provient de la diffusion de l'ammoniaque contenue en solution dans les eaux de

la mer. La majeure partie de cette ammoniaque se retrouve dans les eaux de pluie, et une quantité plus faible est transformée en nitrates sous l'influence des effluves électriques. Les études de M. Müntz, montrent que l'ammoniaque de l'air peut être directement prise par les plantes, mais l'apport d'azote ainsi fourni aux végétaux est tellement faible, qu'en pratique on peut le considérer comme peu important. En effet, un million de mètres cubes d'air ne contiennent qu'une quinzaine de grammes d'ammoniaque. Les eaux pluviales en fournissent aux plantes environ 7 kilos par hectare et par année, ce qui est faible. Dans le sol, cette ammoniaque est rapidement nutrifiée.

L'azote se présente encore aux plantes sous forme de composés organiques azotés solubles ou de nitrates. On peut dire que, sauf pour les Légumineuses et quelques Cryptogames, l'azote est absorbé à l'état soluble, surtout sous forme de nitrates, un peu aussi directement par les organes foliacés à l'état d'ammoniaque et nous croyons qu'une certaine quantité entre dans les plantes à l'état de combinaison organique azotée soluble.

Nous étudierons maintenant la production de nitrates dans la terre arable. Pour que la nitrification soit rapide il faut qu'un certain nombre de conditions favorables soient remplies. Les ferments nitreux et nitriques sont aérobies, n'opèrent qu'en présence de l'oxygène ; il faut donc que la circulation de l'eau et par conséquent de l'air soient possibles dans le sol ; il leur faut aussi une notable quantité d'eau. On constate qu'au-dessous de 3 à 5 0/0 d'eau dans le sol la nitrification devient impossible et qu'elle est rapide au contraire quand la terre est régulière-

ment arrosée. Les horticulteurs qui n'ignorent pas les bénéfices très grands des arrosages multipliés, rendent souvent la nitrification possible dans certaines terres trop riches en humus en les arrosant avec des eaux calcaires. L'intensité de la nitrification varie naturellement avec la quantité d'humus contenue dans le sol. Une trop grande accumulation de matières organiques retarde ou entrave la nitrification. M. Boussingault, puis M. Bréal ont constaté que les sols vierges des forêts ne contenaient point de nitrates. Cependant, nous avons constaté que par kilogramme de terre et par jour la terre de bruyère de Maurepas remuée produisait 0 gr. 000199 d'azote nitrique et le terreau de feuilles de la même provenance 0 gr. 000810, ce qui fait conclure à une nitrification relativement active dans ces sols. Cette question de la nitrification dans les terres, considérées, mais souvent à tort, comme acides, ne peut pas être mise en doute, quelles que soient les idées que la lecture des ouvrages spéciaux puisse faire naître. Il suffit d'exécuter les expériences et dosages d'azote nitrique pour être convaincu.

Les recherches de M. Warrington ont montré qu'un excès de base soluble (chaux, magnésie ou potasse) était plus nuisible qu'utile pour activer la nitrification.

On peut remarquer en effet que, quand on chaule une terre, la production d'azote nitrique décroît pour atteindre ensuite une production de beaucoup supérieure à la production initiale.

La température a une action importante sur la nitrification. Les recherches de MM. Schlœsing et Müntz ont montré que la formation d'acide nitrique, qui est à peu près nulle au-dessous de 5°, est maxi-

mum à 37°. On ne peut constater ces phénomènes que dans des terres riches en humus.

On cherche toujours dans les cultures forcées et pour nourrir rapidement les plantes délicates à leur donner une chaleur de fond assez considérable. L'activité de la nitrification à ces températures de 25 à 30° explique en partie les heureux résultats obtenus. Les nombreuses expériences de M. Dehérain ont montré que l'émiettement et la pulvérisation du sol ont une influence très grande sur l'activité de la nitrification. En horticulture les terres où l'on cultive sont fréquemment remuées. Les mélanges sont brassés énergiquement et ces conditions de culture sont favorables au plus haut point à la dissémination et à la vitalité du ferment nitrique.

Il faut aussi que le sol contienne une quantité d'eau suffisante pour que les nitrates qui se forment incessamment soient rapidement solubilisés et entraînés dans les eaux de drainage ou au moins dans les couches profondes du sol; sans cela ils pourraient être parfois soumis à l'influence des ferments dénitrifiants qui sont soit le Bacterium denitrificans, soit le Bacillus mycoïdes opérant à l'abri du contact de l'air et dissocient les nitrates en mettant une une partie de l'azote en liberté. Nous avons déjà eu l'occasion de parler de la dénitrification butyrique. Cette action dénitrifiante peut avoir l'influence la plus funeste au point de vue de l'alimentation des plantes.

Il faut que la terre soit légèrement alcaline pour que la nitrification y soit active et régulière.

Nitrification dans les terreaux de feuilles et les terres de bruyères.

Les terres de bruyère et les terreaux de feuilles devenant en place, de plus en plus acides, nitrifient de moins en moins facilement ; puis, après une période d'une durée variable, la nitrification y cesse absolument par manque de bases principalement, et aussi par suite du changement de nature physique de la terre. On peut avec grand avantage, pour ces terres spéciales, employer le carbonate de potasse qui, ajouté à ces sols en doses très faibles, sature l'acidité du milieu ou du moins, solubilisant les composés azotés, les rend plus rapidement attaquables par les organismes nitrificateurs et leur fournit en même temps une base (la potasse) pour saturer l'acide nitrique produit.

Dans le cas particulier de la floriculture des serres, l'emploi du carbonate de potasse deviendra de plus en plus fréquent et sera rapidement apprécié des praticiens. Il leur permettra de prolonger dans les mêmes récipients des cultures d'une durée de beaucoup supérieure à celles que l'on peut faire actuellement sans addition de matières minérales, et permettra ainsi de mieux utiliser les sols très coûteux que nous employons. Le nitrate de potasse qui se forme dans ce cas est très bien absorbé par les plantes et depuis quelque temps, on estime que la solution humique alcaline peut aussi intervenir utilement dans la nutrition végétale. En pratique nous avons déjà obtenu à ce sujet des résultats des plus encourageants.

Nous avions déjà conseillé l'emploi du carbonate

de potasse en 1892[1], et en 1893 nous montrions combien l'addition de ce produit dans un terreau de feuilles active la nitrification. En effet

100 gr. de terreau de feuilles avec 5 gr. carbonate de potasse donnèrent : azote nitrique 0 gr. 0514.

100 gr. de terreau de feuilles sans carbonate donnent : 0 gr. 0119.

et ceci après vingt jours d'expériences.

Nous avons eu en 1894 le plaisir de voir ces recherches confirmées par MM. Dumont et Crochetelle, qui avaient repris la même question dans les mêmes terres et qui obtinrent des résultats qui vinrent en tous points confirmer les nôtres.

On peut conclure de cette suite d'études que les terres de bruyère et les terreaux de feuilles nitrifient sans addition de corps quelconques pendant un certain temps ; puis, que la quantité d'azote nitrique formé diminue de plus en plus. Si à ce moment on y ajoute du carbonate de potasse en dose convenable, la nitrification reprend avec intensité. La dose la plus favorable pour la terre de bruyère a été obtenue en ajoutant 4,5 0/0 de carbonate à la terre de bruyère et seulement 1,5 pour le terreau de feuilles.

Nous aurons du reste l'occasion de reprendre cette question si importante de la nitrification dans les terres humifères en nous occupant dans la deuxième partie de cet ouvrage spécialement des sols dont nous venons de parler.

Assimilation de l'humus par les plantes.

Cette idée de l'assimilation de l'humus par les

[1] *Journal de la Société Nationale d'horticulture de France.*

plantes est actuellement une des questions les plus controversées et des plus délicates de l'agronomie.

Elle n'a pu encore être prouvée d'une manière parfaitement nette et présente un intérêt considérable pour les horticulteurs qui élèvent toutes leurs plantes dans des milieux riches en matières organiques en voie de décomposition.

On a pu voir, dans les premiers chapitres, que les plantes fixaient dans leurs tissus le carbone de l'air en décomposant dans leurs cellules l'acide carbonique sous l'influence de la chlorophylle.

Mais les plantes sans chlorophylle comme les Orobranches, les Cryptogames prennent le carbone à leurs soutiens, sans qu'on puisse actuellement bien expliquer cette soustraction. On peut parfaitement nourrir des moisissures en leur donnant comme aliment un hydrate de carbone, une dissolution de sucre par exemple. Sous certaines formes solubles, les composés du carbone peuvent donc être introduits dans les plantes. D'un autre côté, tous les cultivateurs ont depuis longtemps attribué à l'humus une grande influence au point de vue du développement rapide et parfait des végétaux. En outre, de nombreuses recherches agronomiques ont montré qu'en cultivant deux plantes identiques placées dans des conditions de milieu absolument semblables ; dans des sols présentant à l'analyse une composition chimique rigoureusement similaire, mais dont l'un contient un certain nombre de composés combinés à des matières organiques (à de l'humus en un mot) et l'autre sol privé de matières organiques, on pouvait constater que la plante ayant cru dans la première terre était en tous points supérieure à celle qui avait poussé dans la deuxième.

Ces raisons, ainsi que les récentes études de M. Dehérain sur le développement parfait des Légumineuses dans des sols contenant des matières organiques, tandis que ces plantes abondamment pourvues d'éléments minéraux prospèrent peu dans des terres sans humus, nous portent à croire que l'humus peut, concurremment avec l'action chlorophyllienne, servir directement à l'alimentation des plantes, non pas directement peut-être sous forme d'humus ; mais après avoir subi des transformations, peut-être multiples, en tout cas, qui actuellement nous échappent.

Théodore de Saussure n'hésitait pas à dire que les matières humiques servaient directement à l'alimentation des plantes. Il disait que l'influence du terreau sur la végétation était tellement établie par la pratique que l'on pouvait admettre son action directe sur la nutrition des plantes.

M. Liebig modifia complètement ces idées plus tard ; dans son *Cours de Chimie agricole*, il enseigna que l'humus ne servait en rien à l'alimentation de la plante. Il disait qu'il n'était utile que comme source d'acide carbonique pouvant être absorbé par les racines, puis transporté par les vaisseaux dans les feuilles et là décomposé par la chlorophylle.

Cette opinion prévalut pendant longtemps, malgré les idées de MM. Malaguti et de Soubeyran qui ne purent effectuer malheureusement à cet égard que des expériences peu nettes.

M. Boussingault, à la suite de ses recherches sur l'atmosphère confinée des terres arables, montra que la matière organique du sol, productrice d'acide carbonique, favorise à cet égard le développement des végétaux.

Corenwinder, dans un travail publié en 1868, émit l'opinion que cette production d'acide carbonique et l'apport de carbone assuré de la sorte aux plantes ne devait pas avoir l'importance qu'on voulait bien lui attribuer. La question, en un mot, ne faisait pas de progrès, quand M. Grandeau la reprit sous une forme singulièrement instructive. Il voulut avoir, après celles des savants, l'opinion des plantes et eut l'idée ingénieuse d'imiter pour cela le dispositif absorbant des racines en se servant du dialyseur. Celui-ci contenait de l'eau distillée intérieurement, et à l'extérieur une liqueur brune qui avait été obtenue en traitant la terre par un alcali, puis en filtrant cette solution et en la précipitant par un acide.

Nous devons faire remarquer ici que l'humus soluble ainsi obtenu ne possédait certainement plus les mêmes propriétés que l'humus primitivement contenu dans le sol. Il avait subi des traitements chimiques qui avaient dû certainement influer sur le mode de groupement de ses molécules composantes.

En tout cas, il reconnut que, dans ces conditions, les matières minérales contenues dans la solution humique dialysaient et que l'analyse les retrouvait dans le vase intérieur, mais que les matières organiques ne pouvaient traverser les membranes. Il en résulte, disait-il, dans ses conclusions que : 1° les éléments minéraux sont dans l'humus dans un état d'assimilabilité directe par les végétaux, et que 2° l'humus lui-même ne peut en aucun cas être absorbé par les plantes.

Ces expériences, reprises de main de maître par M. Petermann de Gembloux (Belgique), donnèrent

des résultats tout différents. Il opérait non plus sur de l'humus artificiellement produit; mais sur les sols eux-mêmes. Il les plaçait avec une certaine quantité d'eau distillée sur la membrane du dialyseur et analysait après un certain temps l'eau du vase extérieur du système. Il trouva ainsi que la matière organique devenait peu à peu soluble et susceptible de dialyser au travers des membranes. L'humus était donc soluble et par conséquent assimilable. Voici ses résultats :

TERRES	POIDS TOTAL des matières dialysées	MATIÈRES ORGANIQUES dialysées
Sablonneuse	0,076	0,038
Sablo-schisteuse	0,041	0,012
Calcaro-schisteuse	0,165	0,066
Sablo-argileuse.	0,263	0,181
Argilo-sableuse.	0,051	0,025

Ces études furent reprises par M. Dehérain à Grignon et il obtint des résultats en tous points analogues. Nous avons voulu constater quelle était l'intensité de la solubilité de l'humus contenu dans les terres riches en humus que l'on emploie en horticulture et nous avons trouvé en opérant sur le terreau de feuilles de Maurepas les résultats suivants par jour et par kilo en terre :

TOTAL DES MATIÈRES DIALYSÉES	MATIÈRES MINÉRALES DIALYSÉES	MATIÈRES ORGANIQUES DIALYSÉES
0,0716	0,0224	0,0492

Le poids de matières organiques rendues solubles est considérable et ces expériences, une fois de plus, confirment celles de M. Petermann.

M. Dehérain a pu démontrer d'une manière indirecte l'influence des matières humiques sur la nutrition des plantes de la façon suivante.

Il établit d'abord, comme nous l'avons vu, que les matières humiques étaient nécessaires à la vie des Légumineuses et favorisaient énormément leur développement tandis qu'elles semblaient avoir moins d'influence sur les graminées. Puis, il montra que l'apport de plâtre sur une terre argileuse est en général utile quand on y cultive une Légumineuse et peu avantageux quand on y récolte des Céréales. Le plâtre introduit dans le sol mobilise la potasse en formant des sulfates solubles qui se transforment rapidement en carbonates et nous avons vu que les carbonates alcalins agissent en augmentant la solubilisation des matières organiques dans une proportion considérable. Cette méthode d'investigation est extrêmement élégante et rationnelle.

Pour terminer cette question de l'assimilabilité de l'humus, nous citerons ce passage du physiologiste allemand Sachs : les plantes peuvent tirer leur carbone de deux sources différentes, soit par la décomposition de l'acide carbonique de l'air, soit par l'absorption de substances organisées qui sont transformées ou avant ou après leur entrée dans la plante, puis modifiées pour être utilisées dans la formation des organes végétatifs.

« Les plantes sans chlorophylle doivent par conséquent tirer tout leur carbone de substances organiques en voie de dissociation et les plantes à chlorophylle une partie de leur carbone à cette origine. » C'est aussi notre opinion que l'humus probablement transformé avant son entrée dans la plante par des organismes spéciaux peut con-

courir dans une large part à l'alimentation végétale.

Il paraît d'ailleurs indispensable à la vie de certaines espèces de plantes et en tous les cas son utilité pratique est telle que les horticulteurs estiment généralement la valeur d'une terre d'après sa richesse en humus. Car, indépendamment de son utilisation elle-même, il favorise l'assimilation de la plupart des substances minérales.

Il produit en effet incessamment de l'acide carbonique, immédiatement dissous dans l'eau, qui circule dans les canaux du sol. Cette solution d'acide carbonique permet la dissolution des carbonates de chaux et de magnésie ainsi que celle du phosphate de chaux.

Elle désagrège les silicates doubles, facilitant ainsi la diffusion de la potasse. En outre, l'humus dissous dans l'eau a la propriété de former avec les oxydes de fer des composés solubles et par conséquent susceptibles de servir à l'alimentation des plantes.

Au point de vue chimique, tout comme au point de vue physique, la présence de l'humus dans le sol est de la plus haute importance.

Amoindrissement de la richesse du sol en humus.

L'oxydation directe, l'assimilation par les plantes, les transformations multiples dues à des causes chimiques, les attaques microbiennes modifient incessamment l'humus en lui faisant prendre des formes solubles et causent ainsi sa disparition du sol.

Dans un grand nombre de cas, les horticulteurs ont lieu de s'inquiéter de cette perte de matières organiques dans les terrains de production sylvicole, viticole et dans les vergers. Il faut alors apporter au sol de l'humus et faire des fumures orga-

niques abondantes. Le plus souvent, on a grand avantage à enfouir des fumiers et il est indispensable, sur un domaine sylvicole, d'assurer sur place la décomposition des feuilles qui tombent des arbres.

Mais souvent aussi, en petite culture, et en particulier en floriculture, la terre contient des réserves formidables d'humus et ces amas de matières organiques assurent la fertilité pour de longues années; il faut surtout dans ce cas s'attacher à conserver le sol dans un état tel que ses propriétés physiques soient peu modifiées; ce qui assure la régularité de la circulation de l'eau et surtout de la nitrification.

La conclusion de cette étude sur l'humus est que cet élément, qui de tout temps a été hautement considéré par tous les praticiens, est le plus essentiel et le plus avantageux de ceux qui se rencontrent dans les milieux de culture artificiels et naturels. Il est possible qu'à la suite d'idées anciennes (la théorie de Liebig), des expériences agricoles de cultures de céréales sans aucun apport d'humus pendant de longues périodes aient pu donner des résultats avantageux. Mais on pourrait opposer à ces expériences de nombreuses autres, couronnées des plus grands insuccès.

Et, en tout cas, il est absolument impossible de citer en horticulture des tentatives de ce genre ou même encore des cultures entreprises suivant ces idées et qui auraient pu appuyer cette théorie aujourd'hui surannée de la culture sans humus, culture contraire aux enseignements mêmes de la nature.

Quand on calcine une terre quelconque, l'humus s'oxyde, brûle. Le carbone, l'oxygène, l'hydrogène

et l'azote forment de l'acide carbonique et de l'eau et des composés oxygénés d'azote qui se répandent dans l'atmosphère. Il ne reste dans le creuset où s'est opérée la calcination qu'une masse amorphe qui renferme toutes les matières minérales que l'échantillon calciné contenait.

Nous allons aborder l'étude de ces matières minérales.

LES MATIÈRES MINÉRALES DU SOL

ALIMENTS DES PLANTES

SILICE

La silice ou oxyde de silicium est de tous les composés minéraux, celui qui se trouve le plus abondamment répandu dans la croûte terreuse du globe. On rencontre la silice soit pure, souvent sous forme de silicates, et aussi comme gangue ou ciment, agglutinant entre elles des particules de calcaire, de carbonate de magnésie ou d'oxyde de fer.

La quantité de silice contenue dans les terres qui peuvent être utilisées par les horticulteurs est des plus variables; elle peut aller souvent jusqu'à 85 0/0 du poids total. Cette silice et aussi les silicates, deviennent petit à petit solubles dans l'eau ainsi que l'on a pu le constater par les expériences de M. Korginsky. La dissolution de silice hydratée est colloïdale, très peu susceptible de filtrer au travers des membranes des racines des plantes.

Cependant on trouve des quantités considérables de silice dans les tissus de certaines Graminées, des Bambous par exemple; dans les stipes des Palmiers

(Latania) et dans de nombreuses autres espèces végétales. On a pu, à la suite d'expériences exécutées avec le plus grand soin, montrer cependant, que si on retranche la silice de l'alimentation des plantes comme le Maïs, qui en contient cependant une forte quantité dans ses organes, on ne nuisait très peu au développement parfait du végétal, ce qui réduirait à néant les nombreuses hypothèses que l'on avait élevées pour expliquer que la verse des céréales était due à l'insuffisance de silice dans les tissus extérieurs des chaumes de ces plantes.

On a donc abandonné aujourd'hui, l'idée de l'importance que l'on avait cru si grande, de la silice pour l'alimentation des plantes.

Il est certain cependant, que celles-ci en ont besoin, mais en très faible quantité pour l'élaboration de leurs organes. Le plus souvent la terre en est abondamment pourvue. La silice ne joue donc dans le sol un rôle très important qu'au point de vue physique seulement.

CHAUX

Il n'en est pas de même pour la chaux. Cet élément joue au point de vue de l'alimentation végétale un rôle de première importance. On la rencontre dans la plupart des terrains, sous bien des états différents. Sous forme de silicate de chaux, elle est à peu près inutilisable par les plantes. Ces silicates, que nous avons déjà pu étudier en parlant de la désagrégation des feldspaths sont extrêmement durs et compacts et pour leur transformation sous l'action de l'acide carbonique et de l'eau, en bicarbonate de chaux soluble, il faut une période de temps très longue. Une terre qui ne contiendrait que du silicate de

chaux en fragments un peu gros, quoique montrant une forte proportion de chaux à l'analyse, ne conviendrait que pour la culture de plantes calcifuges.

C'est à l'état de carbonate que la chaux se trouve le plus abondamment répandue dans le sol. Il est intéressant quand on se trouve en présence d'une terre qui renferme une notable proportion de carbonate de chaux d'étudier la provenance, la dureté et la finesse de ce calcaire. En effet, un sol qui contiendrait beaucoup de calcaire très dur, de calcaire métamorphique. Le marbre par exemple, les calcaires siliceux durs de Beauce et bien d'autres encore, serait relativement moins bien pourvu en chaux utile qu'une terre qui renfermerait moins de calcaire total, mais aussi des variétés plus rapidement désagrégeables sous les influences extérieures, comme les calcaires marneux ou la craie.

Le carbonate de chaux est dissous par l'eau chargée d'acide carbonique et est contenu à l'état de bicarbonate dans les liquides du sol. L'existence de ce bicarbonate de chaux est liée à la tension de l'acide carbonique de l'air ; plus cette tension augmente, plus la proportion de carbonate de chaux dissous est forte et plus les solutions de bicarbonate sont concentrées. Dans une terre modérément riche en humus, une grande quantité de chaux est ainsi constamment entraînée dans les eaux du drainage. Une terre contenant 20 grammes de calcaire par kilogramme, soumise à l'expérience pendant une année avait perdu au bout de cette période 0 gr. 580 de carbonate de chaux. Comme la production d'acide carbonique augmente proportionnellement à la quantité d'humus contenue, la solubilisation du calcaire dans les terres humifères est extrêmement rapide

et il faut veiller au renouvellement de cet élément indispensable, par des incorporations sous peine de voir la terre devenir infertile.

La nitrification est aussi une cause d'entraînement de la chaux dans les eaux de drainage; le nitrate de chaux qui se forme par la saturation du carbonate de la terre est très soluble. Et nous pourrions au sujet de l'entraînement du nitrate répéter ce que nous avons dit pour le carbonate. Nous aurons à ce sujet quelques chiffres qui montreront pour une année la perte de chaux que subissent de ce chef les principales terres employées en horticulture.

TERRES	CHAUX	HUMUS	AZOTE NITRIQUE produit par année par kilogr.	CHAUX ENTRAINÉE par année par kilogr.
	P. 1000	P. 1000	Grammes	Grammes
Terreau de couches.	66,95	405,0	1,689	1,182
Loam anglais. . . .	2,87	86,60	1,412	0,988
Terreau de feuilles.	1,77	170,0	0,295	0,206
Loam de Trappes. .	1,40	31,02	0,105	0,073
Terre de bruyère. .	1,93	188,0	0,069	0,048

Quand un sol contient beaucoup d'humus et peu de chaux, la plus grande partie de cet élément se trouve à l'état d'humate de chaux. Nous avons vu plus haut quelle complexité offre ce mélange hétéroclite de molécules organiques, déjà soudées à des molécules minérales et aussi que ce composé semble être le milieu le plus favorable au développement des microorganismes. Quelquefois, on peut se trouver en présence d'une association d'humate et de carbonate de chaux; dans ce cas la terre considérée peut être regardée comme très fertile et c'est le cas

général des bonnes terres arables un peu calcaires.

On peut parfois (souvent dans les environs de Paris) constater la présence de la chaux à l'état de sulfate de chaux ou plâtre dans le sol. Comme ce composé est très souvent incorporé à la terre comme amendement, il nous semble utile d'étudier un peu en détail, les avantages et les inconvénients de sa présence dans le sol.

Le rôle du plâtre dans le sol a été particulièrement défini par M. Déhérain. Le savant académicien s'est tout d'abord attaché à montrer que le plâtre n'avait pas au point de vue de la nitrification toute l'importance qu'on avait bien voulu lui attribuer. A ce sujet, ayant nous-même introduit du plâtre dans un compost dont nous étudiions la nitrification ; nous avons plutôt constaté un désavantage marqué pour la formation d'acide nitrique.

Dans une terre argileuse, le plâtre est surtout utile aux plantes en favorisant la solubilisation de la potasse contenue dans l'argile à l'état de silicate double. Le sulfate de chaux en présence du silicate de potasse et d'alumine donne naissance à du sulfate de potasse et à du silicate de chaux. Le sulfate de potasse est très soluble ; aussitôt que sa dissolution se trouve en présence du carbonate de chaux, il se produit à nouveau une double décomposition, il se reforme du sulfate de chaux et du carbonate de potasse.

Or, nous avons vu quelle était l'utilité du carbonate de potasse comme dissolvant de l'humus et aussi comme favorisant et accélérant la nitrification. Dans ce cas (terre argileuse) la présence ou l'addition du plâtre est donc très utile.

Par contre, dans une terre riche en matières organiques; on peut constater quelques jours après

y avoir introduit du plâtre qu'une partie de l'acide sulfurique est réduit; d'autant plus, que le sol est plus riche en humus. Après un mois d'expériences on a constaté en effet la disparition de 55 centigrammes d'acide sulfurique dans une terre de grande culture, de 100 milligrammes dans une terre de jardin et de 347 milligrammes dans une terre tourbeuse de marais. Les sulfates se trouvent ainsi ramenés à l'état de sulfures, mais ne persistent pas longtemps sous cet état dans le sol; l'hydrogène sulfuré est mis en liberté et la chaux se combine à l'acide carbonique.

Dans une terre riche en humus, où on introduit du plâtre, puis, comme engrais du carbonate de potasse, il se forme du sulfate de potasse qui se trouve réduit en sulfure, décomposé ensuite en hydrogène sulfuré et en carbonate de potasse. L'addition de plâtre est manifestement nuisible dans ce cas.

Dans une terre assez calcaire, contenant un peu d'humus et de plâtre, on a intérêt à ajouter comme amendement du carbonate de potasse.

On peut aussi rencontrer dans le sol arable la chaux à l'état de phosphate de chaux. Ceci n'est pas très commun, car le plus souvent dans nos terres de petite culture l'acide phosphorique se trouve associé à l'alumine ou au fer avec des matières organiques. Ce phosphate de chaux en tous cas ne peut être abondant que dans les terres ne renfermant que peu d'humus, car il est soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique.

Assimilation de la chaux par les plantes. — La chaux est absolument nécessaire comme aliment à

toutes les plantes, mais en proportions naturellement très variables. Elle est aussi nécessaire à leur vie que l'azote et nous avons vu dans un grand nombre de cas que la chaux est indispensable à certains genres pour saturer les acides (citriques, oxaliques) que produisent leurs tissus.

Il suffit qu'un sol contienne 1 et même 0,5 0/00 de chaux pour qu'il offre assez de cet élément pour assurer tous les besoins *alimentaires* des plantes ; mais il en faut beaucoup plus pour que les propriétés physiques et chimiques de la terre soient heureusement pondérées. La chaux peut être assimilée par les plantes sous forme de bicarbonate, de nitrate, de sulfate, et de phosphate solubilisé par l'eau chargée d'acide carbonique.

Amendements calcaires. — Dans certains cas, il peut être utile d'étudier les effets de l'apport de chaux comme amendement, sur des terrains n'en contenant pas suffisamment, ainsi que cela arrive souvent dans nos terres de petite culture. Cette addition de chaux favorise la mise en liberté de la potasse contenue dans les silicates doubles du sol, elle active leur désagrégation. Dans cette action, la chaux se combine à la silice et la potasse prend la forme de carbonate de potasse. M. Dehérain a pu montrer qu'un des plus heureux effets du chaulage des terres argileuses était de rendre solubles dans l'eau, c'est-à-dire utiles aux plantes, les phosphates de sesquioxyde de fer et d'alumine qui se produisent dans le sol à la suite de l'apport de superphosphates. La chaux peut être aussi de la plus grande utilité, en saturant l'acide sulfurique de certains sulfates (fer, magnésie) qui, préexistent

parfois dans la terre, rendent dans ce cas la végétation impossible.

Le sulfate de chaux qui se produit à la suite de cette opération peut aussi être utile aux plantes.

Appauvrissement du sol en chaux. — Nous avons déjà vu que la présence de l'humus producteur d'acide carbonique et de la nitrification étaient des sources importantes de déperdition de la chaux du sol. Les plantes enlèvent aussi chaque année une notable quantité de chaux, il s'en perd aussi par la dissolution du plâtre et du phosphate de chaux. Une terre de bruyère de steppes qui contenait 20 gr. 8 de chaux par kilo perdit ainsi en une année sous ces différentes actions 0 gr. 58 de chaux.

En ce qui concerne l'action de l'acide carbonique, les études de M. Schlœsing ont montré que dans une terre dont l'atmosphère contenait 1 0/0 d'acide carbonique, un litre d'eau pouvait dissoudre 196 milligrammes de carbonate de chaux, ce qui sous notre climat parisien conduirait à une perte de 235 kilos de calcaire par hectare et par an. Une autre cause d'entraînement de la chaux dans les eaux de drainage est l'emploi du chlorure de potassium comme engrais potassique. Quand la terre est très calcaire, cet emploi n'offre pas d'inconvénients, il se forme dans le sol du carbonate de potasse et du chlorure de calcium qui est très rapidement entraîné dans les eaux de drainage. Mais dans les terres humifères qui contiennent peu de chaux, l'apport de chlorure de potassium est on ne peut plus nuisible. La solution elle-même est toxique pour les organes absorbants les plantes, de plus, toute la chaux du sol se trouve soustraite puis présentée aux racines

sous une forme (chlorure de calcium) qui peut être considérée pour elles comme un poison. Dans ces mêmes terres humifères la déperdition de chaux est souvent compensée par un apport de bicarbonate calcique contenu dans les eaux d'arrosage, et c'est ce qui permet souvent à la nitrification de s'exercer dans un milieu où on pourrait la croire impossible (terres tourbeuses).

Inconvénients de la présence de la chaux dans le sol. — Quand un sol contient une proportion trop considérable de calcaire, il est difficilement cultivable. Des terrains de cette nature nitrifient mal. En effet, nous avons déjà vu que la chaux qui activait la nitrification l'entravait au contraire quand elle était trop abondante. Si elle se trouve à l'état de silicate, on peut la considérer comme inutile, si on la trouve en grande quantité sous forme de sulfate la terre est inutilisable.

En résumé, cet élément joue dans la terre arable un rôle capital au point de vue chimique. Il est donc indispensable d'assurer la restitution de la chaux perdue constamment par le sol, et aussi de savoir exactement sous quel état elle est contenue dans la terre que l'on a à utiliser. Nous verrons en parlant des analyses comment on peut approximativement se rendre compte des diverses formes de la chaux dans la terre.

POTASSE

La potasse se trouve généralement moins répandue que la chaux dans les couches du sol arable, on la trouve cependant plus abondamment que l'azote et l'acide phosphorique. Elle est absolument indispensable à la vie des plantes.

Nous avons déjà eu l'occasion de voir quelle était l'origine de la potasse contenue dans le sol ; elle provient de l'attaque des silicates doubles d'alumine et de potasse dérivant eux-mêmes de la désagrégation de certains feldspaths. On peut dire souvent, que, plus un sol contient d'argile, plus il est généralement bien pourvu de potasse. La teneur des diverses variétés d'argile en potasse est cependant des plus variables. Comment cette potasse à l'état de silicate arrive-t-elle à être solubilisée et mise ainsi à la disposition des plantes ?

L'eau chargée d'acide carbonique en dissout une certaine quantité. La chaux joue un rôle considérable soit à l'état de carbonate et surtout de sulfate de chaux pour faciliter la décomposition des silicates et l'humus a à cet égard, un rôle très intéressant. La potasse solubilisée reste en grande partie dans le sol ; en effet les propriétés absorbantes des terres arables s'exercent au maximum sur les composés potassiques, et les études des eaux de drainage de terres cultivées ont montré que 1.890 mètres cubes d'eau ayant filtré au travers d'une terre, lui ont seulement enlevé 9 kg. 374 de potasse dans l'espace d'une année sur la surface d'un hectare. Hors, si on reprend la même terre où s'est effectuée cette étude, on peut constater que ce chiffre ne représente qu'une partie extrêmement faible, 2 p. 1000, environ de la quantité totale de la potasse que l'on peut soustraire à cette même terre par des lessivages méthodiques.

En somme, la potasse dégagée sous diverses influences de ses combinaisons silico-alumineuses semble être fixée par les colloïdes humiques, qui, possèdent vis-à-vis de la potasse les mêmes facultés

absorbantes que l'on peut constater pour le noir animal vis-à-vis des matières colorantes.

On conçoit que, surtout dans une terre assez riche en matières organiques, on puisse difficilement se faire une idée de la fraction de la potasse qui peut être utile aux plantes. Aujourd'hui, on est à peu près d'accord pour dire que le dosage de la potasse totale d'un sol, ne semble pas être d'une utilité bien réelle. En effet, pour enlever toute la potasse d'une terre, il faut la soumettre à l'action des réactifs les plus violents : l'acide fluorhydrique bouillant, puis l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique. Quelquefois l'acide azotique. En opérant ainsi dans des terres de nature argileuse ; on arrive à trouver des quantités de potasse énormes, qui peuvent s'élever à 15 0/0, soit plus de 60.000 kilos à l'hectare.

Dans les laboratoires on dose souvent la potasse, en faisant à chaud l'attaque de la terre par l'eau régale, c'est suivant ce procédé qu'ont été établis les dosages de potasse de terres citées au cours de ce travail. On obtient de la sorte des chiffres un peu moins élevés que ceux que l'on trouve avec le premier procédé.

Il est surtout intéressant de connaître la quantité réelle de potasse qui puisse être au moment de l'analyse à la disposition des organes absorbants des plantes. M. Schlœsing pense très justement à cet égard, que l'on peut obtenir cette partie de la potasse, qui est considérée comme assimilable, en traitant la terre à froid, par une quantité d'acide juste suffisante pour décomposer les humates et coaguler l'argile. Après cette opération, on lessive la terre sur un filtre avec de l'eau distillée et on dose la potasse dans les eaux de lavage. Cette manière de procéder

semble très rationnelle et nous avons eu l'idée d'employer comme acide, l'acide acétique, ce qui nous a conduit pour quelques-unes des terres que nous employons dans nos cultures aux résultats suivants :

TERRES	POTASSE soluble dans l'eau régale à l'ébullition	POTASSE soluble dans l'acide acét. à froid
	P. 1 000	P. 1 000
Terreau de feuilles de Rambouillet	3,50	0,730
Terreau de Maurepas. . . .	4,98	1,000
— de Gand.	1,43	0,815
Terre de bruyère.	3,06	1,390
— de Maurepas.	3,06	1,390
Loam de Trappes	4,76	2,090

Dans les calculs d'évaluation de la richesse des terres en éléments utiles aux plantes ; nous ne considérerons que la fraction de la potasse qui est ainsi soluble à froid dans les acides organiques faibles et nous ne tiendrons compte de la quantité de potasse totale, que comme renseignement.

Nous voyons donc dans le sol une combinaison organo-potassique assez peu stable ; puis des solutions salines, carbonates et sulfates de potasse qui sont bien retenues par l'argile et l'humus et pouvant être facilement soustraites au sol par les plantes puis des silicates presque insolubles. En résumé, la fraction de la potasse qui se perd dans les eaux de drainage est faible et la cause la plus importante de la diminution de la potasse dans le sol est son utilisation par les plantes. Il y aura donc un très grand nombre de cas où il y aura un avantage évident à ajouter artificiellement de la potasse au sol pour

remplacer celle qui y a été soustraite. Il sera bon à cet effet de se rappeler que dans un terrain calcaire l'emploi du chlorure, du sulfate et du nitrate de potassium peut être utile, il se forme par double décomposition du carbonate de potasse et un sel de chaux soluble. Dans un sol humifère on aura avantage à ajouter directement du carbonate de potasse. M. Way a admis que 1 kilogramme de terre arable ordinaire retenait facilement de 1 à 3 grammes de ce sel.

L'apport de chlorure de potassium sur un sol humifère pourrait quelquefois être désastreux au point de vue pratique, et à cet égard, il est extraordinaire que l'on puisse encore actuellement conseiller pour les cultures de plantes de terre de bruyère des formules d'engrais dans la composition desquelles entre du chlorure de potassium.

SOUDE

L'importance de ce corps est beaucoup moins considérable, relativement à son rôle dans la terre arable, que celle de la potasse. S'il est vrai que l'on trouve une certaine quantité de soude dans les centres de la plupart des végétaux que l'on a analysés, on peut constater que cet élément ne semble pas indispensable à la vie de beaucoup de plantes. La terre en contient presque toujours une quantité suffisante surtout dans les régions qui avoisinent les bords de la mer.

La soude contenue dans le sol peut provenir de la décomposition de certains feldspaths (orthose), (oligoclase), ces feldspaths peuvent être à des degrés de dissociation plus ou moins avancée ; mais le plus souvent, elle est à l'état de sel marin, de chlorure de

sodium. Il est bien rare de trouver dans une terre moins de 0,5 0/0 de soude, quelquefois elle peut être à l'état de sulfate et même de carbonate.

Une petite quantité de soude intervient donc dans l'alimentation des plantes, elle ne semble y jouer, si l'on peut parler ainsi, qu'un rôle condimentaire, absolument comme dans l'alimentation animale. Son apport est assuré par les eaux pluviales elles-mêmes, qui amènent naturellement aux terres une notable quantité de chlorure de sodium. Par exemple 50 kilogrammes de ce sel par hectare et par an dans la plaine de Caen. La plus grande partie de ce chlorure de sodium se trouve immédiatement entraînée par les eaux de drainage dans le sous-sol.

Quand la terre contient trop de sel marin ; elle peut devenir impropre à la végétation. La présence du chlorure de sodium est fatale aux graines et aux germes et la terre est incultivable quand la proportion de sel dépasse 5 0/00. On doit la dessaler en la drainant avec soin, et en assurant l'écoulement rapide des eaux de drainage après y avoir répandu par irrigation de l'eau douce en abondance. Il y a peu d'intérêt à faire figurer la soude dans les tableaux d'analyse de terres à moins d'avoir à constater de trop fortes quantités de cet élément ce qui se reconnaîtrait immédiatement au mode de culture habituel et à la végétation spontanée.

MAGNÉSIE

La magnésie joue dans l'alimentation des végétaux un rôle que l'on peut comparer à celui de la chaux ; son action est beaucoup plus importante et plus intéressante qu'on ne le croit généralement.

Elle se trouve dans les terres que nous pouvons

avoir l'occasion d'utiliser, en proportions extrêmement variables. Elle peut se rencontrer soit associée au calcaire, ou quelquefois combinée à la silice. Ce silicate de magnésie se décompose aussi difficilement que le silicate de chaux.

On la trouve parfois aussi à l'état de dolomie, ou carbonate de magnésie ; les terres les plus magnésiennes résultent de la désagrégation de ces calcaires dolomitiques. Toutes les plantes soustraient de la magnésie au sol, cet élément s'accumule de préférence dans leurs organes de reproduction, beaucoup dans les enveloppes soit des fleurs ou des fruits. Assimilée comme la chaux, elle est de même soluble sous forme de bicarbonate, de sulfate ou de nitrate ; mais ceci plus rarement.

Le carbonate de magnésie joue dans la terre un rôle tout à fait analogue à celui du carbonate de chaux.

Nous sommes persuadés que l'étude de la richesse en magnésie des terres que nous utilisons, offre un très vif intérêt au point de vue de la restitution de cet élément qui se trouve exporté par les plantes en quantités très notables. D'un autre côté, les composés magnésiens solubles semblent être rapidement entraînés dans les eaux de drainage et leur déperdition est donc par ce fait ainsi rapide. Quelques expériences heureuses sur l'emploi d'engrais magnésiens nous confirment de plus en plus sur la nécessité de recherches plus approfondies sur le rôle réel et l'action bienfaisante de cet élément sur la végétation.

Une terre contenant une assez forte quantité de silicate de magnésie peut de ce chef être très peu fertile. Elle est incultivable, quand, comme ce qui arrive parfois au bord de la mer, elle renferme une

petite quantité de chlorure de magnésium, corps hygroscopique au plus haut degré et poison violent pour les plantes.

ALUMINE

Le sol est en général bien pourvu d'alumine, et chose curieuse, on trouve une très faible quantité de cet élément dans les cendres des plantes. On peut rencontrer dans la terre l'alumine sous forme d'aluminates, mais c'est le plus souvent à l'état de silicate double, d'argile en un mot que l'on trouve ce corps. Le silicate d'alumine qui est si abondamment répandu dans un grand nombre de terrains ne semble y jouer qu'un rôle physique. Au point de vue chimique ce composé offre un vif intérêt cependant au point de vue de ses propriétés absorbantes que nous aurons l'occasion d'étudier plus loin. L'alumine est essentiellement colloïdale, peu susceptible de dialyser à travers les membranes des racines. Théoriquement, une culture ne peut être réussie dans un sol privé entièrement d'alumine, mais les plantes en exportent une quantité si faible, et ce corps a des propriétés d'insolubilité telles, que son apport autrement que comme amendement, ne semble actuellement pas utile.

FER

Le fer est très répandu dans la terre arable, certains terrains en contiennent des quantités considérables. On peut toujours constater sa présence dans les cendres des plantes. Cet élément est absolument indispensable à la vie des végétaux, son action sur le développement de la chlorophylle, la matière verte colorante des plantes est actuellement vive-

ment discutée. De récentes recherches ont montré que les plantes chlorotiques contiennent plus de fer que les autres, alors que l'idée actuelle indiquait que les végétaux chlorotiques manquent de fer. On trouve dans le sol le fer à l'état de silicate, d'oxyde anhydre ou hydraté et aussi de phosphate d'oxyde ou de sesquioxyde de fer.

Sous ces différentes formes, le mécanisme de la dissolution des composés ferreux est basé sur l'attaque par l'acide carbonique qui forme des bicarbonates solubles. Il peut arriver que le fer soit à l'état de sulfure (pyrite), dans ce cas elles s'oxydent à l'air et forment du sulfate qui est soluble. Quand le sol ne contient pas de calcaire, ce sulfate est extrêmement nuisible pour la végétation.

Le fer joue un rôle important, en fixant dans la terre une certaine quantité d'acide phosphorique donné sous forme soluble (superphosphate) comme engrais.

Le phosphate de chaux dissous forme avec l'humus, l'alumine et l'oxyde de fer des sortes de laques gélatineuses qui offrent aux racines des plantes, l'acide phosphorique sous une forme qui semble assez facilement assimilable.

Quoique la déperdition du fer du sol soit très minime, il peut sembler utile dans certains cas d'ajouter à la terre des sels de fer solubles. L'emploi du sulfate de fer, qui seul peut être conseillé, doit être fait avec la plus grande circonspection. Dans une terre quelque peu calcaire, on peut apporter sans danger un peu de sulfate de fer, mais alors cet apport est peu rationnel. On désire offrir du fer aux racines sous forme soluble et on ne met à la disposition des racines que de l'oxyde de fer. En effet, en

présence du carbonate de chaux, une dissolution de sulfate de fer produit dans le sol du sulfate de chaux, du sesquioxyde de fer et il se dégage l'acide carbonique.

La plupart des bons effets attribués au sulfate de fer sont en réalité dus au plâtre qui se trouve chimiquement disséminé à l'état de particules extrêmement fines dans toutes les pores du sol. Dans les sols qui ne renferment pas de calcaire, en particulier dans nos terres humifères, l'apport de sulfate de fer ne semble pas devoir être conseillé et il est préférable, si le fer manque et qu'il soit indispensable d'ajouter cet élément, d'incorporer en même temps que le sulfate une quantité de carbonate de chaux juste suffisante pour saturer l'acide sulfurique quantité qui peut être facilement déterminé par le calcul.

MANGANÈSE

Le manganèse est presque aussi uniformément répandu que le fer, on le trouve dans un très grand nombre de sols, mais en quantité proportionnellement moindre que cet élément. Les cendres de la plupart des espèces végétales analysées jusqu'ici contiennent du manganèse. Nous avons pu constater dernièrement sa présence dans les bulbes de certaines variétés de Cattleya.

Dans le sol, le manganèse existe à l'état d'oxyde. Nous n'avons que fort peu de renseignements sur sa solubilisation et le mécanisme de son assimilation par les plantes. Quelques expériences ont bien été tentées en employant le sulfate de manganèse, mais les connaissances actuelles ne sont pas assez

précises pour déterminer exactement la nécessité et le rôle de ce corps dans la nutrition végétale.

ZINC

On en trouve parfois dans la terre arable, à l'état de silicate ou de carbonate. Quelques plantes en contiennent dans leurs tissus, une ou deux espèces poussent vigoureusement autour des mines de blende et de calamine. Ce sont les recherches de M. Raulin qui ont attiré l'attention sur cet élément. Son rôle dans l'alimentation des phanérogammes est assez obscur encore.

MÉTAUX RARES

On a pu déceler dans le sol, des traces de lithium et de rubidium. M. Grandeau a montré que les cendres des betteraves contenaient du rubidium. Il ne faut pas s'exagérer l'importance de ces constatations ; la présence de ces métaux n'a pu être découverte que par l'analyse spectrale et quelques expériences directes tentées avec la lithine, comme engrais, ont conduit à des résultats désastreux au point de vue pratique.

ACIDE PHOSPHORIQUE

L'acide phosphorique est un des éléments principaux de l'alimentation des plantes. On en trouve une quantité très notable accumulée dans ou autour des organes reproducteurs et surtout dans les enveloppes des graines. Il est répandu en proportions très variables dans les terres arables. On peut le trouver dans le sol, à l'état de phosphate de chaux, le plus souvent il y existe sous forme de phosphate de sesquioxyde de fer ou d'alumine, formant avec

l'humus des composés très complexes. On peut aussi y trouver du phosphate de magnésie. Les plantes peuvent assimiler l'acide phosphorique sous différentes formes. Elles peuvent prendre le phosphate de chaux dissous dans l'eau chargée d'acide carbonique; mais la fraction ainsi offerte aux plantes est faible. On attribue aux combinaisons humiques une action plus importante. Elles deviennent petit à petit solubles dans l'eau et dialysables. Pour simplifier les calculs destinés à évaluer la quantité d'acide phosphorique qui peut être immédiatement mise par une terre à la disposition des racines, M. Déhérain a proposé de considérer comme assimilable la fraction d'acide phosphorique qui se dissout à froid dans l'acide acétique. Cet acide ne détruit que les combinaisons organiques. Nous ne pourrions que répéter à cet égard ce que nous avons déjà dit pour la potasse. Il sera toujours intéressant d'avoir à côté de la quantité totale d'acide phosphorique contenue dans une terre donnée, la fraction de cet acide soluble à froid dans l'acide acétique. Nous avons tenu à exécuter cette détermination pour quelques-unes des terres employées en horticulture.

TERRES	ACIDE PHOSPHORIQUE soluble dans l'eau régale	ACIDE PHOSPHORIQUE soluble dans l'acide acét.
	P. 1 000	P. 1 000
Terre de bruyère Maurepas.	0,64	0,32
Terreau de feuilles Rambouillet	1,16	0,40
Terreau de feuilles Maurepas	1,30	0,40
— — Gand . .	1,60	0,56
Loam de Trappes.	0,62	0,36
Terreau de couches	4,84	3,28

Ces résultats montrent que l'acide phosphorique contenu dans ces sols en est à peu près pour moitié engagé dans des combinaisons organiques assez facilement solubles. Il semble donc rationnel dans les calculs de restitution de ne tenir compte que de l'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique.

Cependant, comme les combinaisons organiques se modifient incessamment dans la terre; l'état même de l'acide phosphorique est éminemment variable d'un jour ou d'une semaine à l'autre.

Nous avons vu que les plantes soustraient au sol une notable quantité d'acide phosphorique, quoique la déperdition de cet élément par les eaux de drainage semble être peu à craindre, étant donné que les propriétés absorbantes de la terre s'exercent sur lui au maximum. Il faut donc dans de nombreux cas restituer à la terre l'acide phosphorique qui lui est enlevé. Dans les terres humifères, où les matières organiques dominent, on peut utiliser avec avantage les phosphates minéraux (nodules broyées, sables phosphatés), des phosphates précipités ou même des scories de déphosphoration moulues. Il ne faudra jamais dans ces sols employer de superphosphates sous peine de s'exposer à de graves mécomptes, dus surtout à la présence de l'acide sulfurique libre.

Une grande quantité d'acide phosphorique incorporée dans la terre ne peut être nuisible à la végétation, quand cet acide est sous une forme non immédiatement soluble.

Pour donner une règle un peu générale sur la nécessité de la présence de l'acide phosphorique dans le sol, on peut considérer qu'une terre est assez bien pourvue en acide phosphorique, quand

elle en contient 1/1000 dont 1/100, au moins, soluble à froid dans l'acide acétique.

ACIDE SULFURIQUE

Nous avons déjà eu l'occasion de voir que l'on trouvait du sulfate de chaux dans le sol. La présence d'acide sulfurique ou mieux de soufre est absolument nécessaire pour la vie des plantes. On rencontre aussi dans la terre du sulfate de potasse et du sulfate de magnésie. Dans tous ces différents cas, ces composés sont ou très solubles ou lentement solubles, mais toujours immédiatement assimilables par les plantes. Une fumure azotée sous forme de nitrate de soude, appliquée sur une terre contenant du plâtre, aura l'inconvénient de faire passer ce plâtre à l'état de sulfate de soude et de nitrate de chaux. Il se forme là deux sels extrêmement solubles qui se perdent rapidement dans le sous-sol et appauvrissent beaucoup le terrain, et en chaux et en azote utile. Dans un très grand nombre de cas, il sera intéressant d'étudier la quantité d'acide sulfurique que contiennent ces terres et il sera généralement avantageux de restituer cet élément sous forme de sulfate de chaux. Les sols renfermant une trop grande quantité de plâtre où de pyrite de fer donnant du sulfate de fer par oxydation sont en général impropres à toute culture.

ACIDE CHLORHYDRIQUE

Toutes les plantes contiennent du chlore, on trouve en effet beaucoup de chlorures dans les cendres et il est extrêmement rare de ne pas trouver au moins des traces de chlorures dans le sol. On rencontre le plus souvent du chlorure de sodium, quelquefois du chlorure de magnésium. Les terrains qui bordent les

mers sont les mieux pourvus en chlorures ; si cette quantité est trop forte, ce qui arrive parfois, ils sont incultivables. L'eau de pluie fournit dans nombre de cas un apport assez considérable de chlorure de sodium. Ce qui fait que généralement l'avantage de l'apport de chlore n'est pas évident.

Si on doit épandre des chlorures non seulement pour enrichir le sol en acide chlorhydrique, mais surtout pour épandre les bases auxquelles ils sont combinés il faut le faire avec beaucoup de prudence.

Dans les terres calcaires, les chlorures alcalins forment par double décomposition du chlorure de calcium et un carbonate. Ce chlorure de calcium a le défaut d'appauvrir le sol en chaux ; et de plus sa solution est toxique pour les racines. Dans les terres non calcaires, le chlorure alcalin peut soustraire au sol un certain nombre d'éléments minéraux en les dissolvant, et le plus souvent il est directement nuisible à la vie des plantes.

Nous sommes arrivés à la fin de cette revue de tous les éléments, organiques et minéraux qui par leur réunion et leur combinaison constituent la terre arable.

Il nous semble maintenant utile de résumer rapidement le mode d'assimilation des principaux éléments qui juxtaposés forment la plante.

Oxygène. .	Air, eau, composés oxygénés.
Hydrogène.	Eau.
Carbone . .	Acide carbonique, carbonates solubles, humus.
Azote . . .	Air (légumineuses et mousses), ammoniaque, nitrates, azote de l'humus.

Silice . . . Silicates solubles, silice gélatineuse.
Chaux . . . Bicarbonate, sulfate, nitrate, phosphate solubilisé dans l'eau chargée d'acide carbonique, humate.
Soude . . . Chlorure, sulfate, nitrate de sodium.
Potasse . . Nitrate, carbonate, chlorure, sulfate et combinaisons organiques de potassium solubles dans l'acide acétique.
Magnésie. . Bicarbonate, sulfate, nitrate, chlorure et humate de magnésium.
Fer . . . . Sulfate, combinaisons organiques.
Acide phosphorique. Phosphate de chaux soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique, combinaisons phospho-organiques solubles dans l'acide acétique.
Acide sulfurique. Sulfates de chaux, de potasse, de fer, de soude, de magnésie, de manganèse.
Acide chlorhydrique. Chlorure de calcium, de potassium, de sodium et de magnésium.

Tous ces composés sont immédiatement ou deviennent petit à petit solubles dans l'eau qui circule incessamment dans le sol. On pourrait donc croire qu'en analysant les liquides contenus dans la terre on aurait une idée exacte des solutions minérales et organiques mises à la disposition des racines des végétaux.

Il n'en est cependant rien ; en effet quand on opère ces analyses, on trouve toujours que ces liquides sont extrêmement pauvres en potasse, en ammoniaque et en acide phosphorique, ce qui conduirait à admettre que ces éléments sont peu abondants dans la terre où se fait l'expérience. Or des analyses de ces mêmes sols, peuvent en même temps montrer qu'ils contiennent une quantité normale et suffisante

de ces corps. Ceci prouve que la terre possède vis-à-vis de certains éléments une affinité particulière ; les soustrayant ainsi à l'action dissolvante de l'eau ; tandis, qu'elle n'a pas du tout les mêmes affinités pour certains autres, tels que l'acide azotique, la chaux et le chlore par exemple.

Ces notions ressortent particulièrement bien des expériences suivantes dues à M. Schlœsing. Il opéra dans une terre de Boulogne (Seine), depuis longtemps cultivée en tabac dont la composition physique était la suivante :

Gravier	6,1	Calcaire.	18,4
Sable siliceux . . .	24,8	Argile.	9,3
— calcaire . . .	20,2	Humus	0,0
— fin	20,6		

Ayant recueilli, par la méthode dite de déplacement, l'eau qui circulait dans un certain volume de cette terre, il trouva que chaque litre contenait en milligrammes :

Acide carbonique .	111,0	Acide phosphorique	0,8
Ammoniaque . . .	0,0	Silice	29,1
Humus	37,5	Chaux.	264,2
Acide azotique. . .	305,0	Magnésie.	13,5
Chlore.	7,4	Potasse	6,9
Acide sulfurique. .	57,9	Soude.	7,8

Ce qui amenait à conclure que les plantes ne pouvaient trouver dans ce sol suffisamment d'ammoniaque, d'acide phosphorique et de potasse en solution. Or des expériences et analyses directes, prouvèrent que l'addition des éléments cités ne donna en pratique lieu à aucun surcroît de production. Ce qui attira l'attention des agronomes sur cette im-

portante question, et entraîna l'étude des propriétés absorbantes des terres.

PROPRIÉTÉS ABSORBANTES DES SOLS

Nous avons déjà eu l'occasion d'indiquer brièvement que certains éléments des terres arables jouissaient d'un pouvoir absorbant particulier vis-à-vis de plusieurs solutions salines. Ces propriétés peuvent jouer un rôle des plus importants au point de vue de la pratique culturale et de l'épandement des engrais..

Absorption de l'ammoniaque par le sol. — L'ammoniaque est facilement absorbée par la terre arable, M. Way a démontré que la quantité d'alcali en solution ainsi fixé, par une terre, était constante ; quand le degré de concentration du liquide et la composition de la terre restaient invariables. M. Brustlein démontra que c'est l'humus qui joue le rôle le plus important dans l'absorption de l'ammoniaque par le sol et que cette absorption est en quelque sorte proportionnelle à la concentration de la solution.

Ainsi : 50 grammes de terre silico-humifère absorbèrent les quantités suivantes d'ammoniaque :

	AMMONIAQUE absorbée par le sol	AMMONIAQUE dans 100 cm. c. de solution
	Grammes	Grammes
1	0,035	0,355
2	0,026	0,117
3	0,019	0,059
4	0,011	0,029

Quand on fait filtrer la solution d'un composé ammoniacal à travers le sol; on voit que seule la base, l'ammoniaque est absorbée ; l'acide reste dans la dissolution, et se combine à la chaux de la terre.

Quand toute la chaux a été utilisée; la dissociation du sel ammoniacal s'arrête. Le carbonate d'ammoniaque est absorbé par le sol comme l'ammoniaque elle-même. On a pu penser que l'alcali volatil ainsi fixé, ne conserve pas son état primitif ; il doit y avoir une élimination d'oxygène et il se forme probablement de nouveaux composés organiques azotés. La disparition d'ammoniaque libre a pu être trouvée égale au 1/3 de celle qui a été primitivement absorbée par l'humus.

Dans la pratique horticole on peut avoir à épandre comme engrais azotés des sels ammoniacaux.

Il faut toujours, dans ce cas, se rappeler la réaction entre ces composés et le calcaire, réaction qui donne naissance à du carbonate d'ammoniaque. Ainsi on a :

Sulfate d'ammoniaque + calcaire = carbonate d'ammoniaque + sulfate de chaux.
Nitrate d'ammoniaque + calcaire = carbonate d'ammoniaque + nitrate de chaux.
Phosphate d'ammoniaque + calcaire = carbonate d'ammoniaque + phosphate de chaux.
Chlorhydrate d'ammoniaque + calcaire = carbonate d'ammoniaque + chlorure de calcium.

L'apport inconsidéré de sels ammoniacaux dans une terre pauvre en calcaire, peut, sauf dans le cas du phosphate d'ammoniaque, conduire à de véritables pertes de chaux, car la plus grande partie de ces composés calciques filtre au travers du sol et est entraînée par les eaux de drainage.

Le sulfate d'ammoniaque étant souvent employé comme engrais, nous avons effectué quelques expériences dans nos terres les plus souvent utilisées en horticulture pour montrer comment ce sel est retenu. Il nous a semblé utile de joindre le dosage de chaux de ces sols.

TERRE EMPLOYÉE	CHAUX dans ces terres	AMMONIAQUE dans la solution	AMMONIAQUE absorbée par la terre	AMMONIAQUE perdue dans les eaux de drainage
	P. 100	Grammes	P. 100	P. 100
Terreau de feuilles de Maurepas. .	1,77	100	11,38	88,62
Terre de bruyère de Maurepas. . . .	1,93	100	13,0	87,0
Loam de Trappes.	1,40	100	10,65	89,35

On voit que toutes ces terres qui sont très pauvres en calcaire ont peu retenu de sulfate d'ammoniaque et que c'est la terre la plus pauvre en chaux qui en a retenu le moins. Il ne faudrait pas songer à ajouter directement de l'ammoniaque à de pareils sols, elle y serait bien retenue, mais ne pouvant se nitrifier, ne serait que d'une importance secondaire.

On peut employer comme engrais azotés le nitrate et le phosphate d'ammoniaqne. Le premier de ces sels comme tous les azotates d'ailleurs n'est nullement retenu par la terre. Nous aurons l'occasion de nous occuper du second en parlant de l'absorption de l'acide phosphorique.

Absorption de la potasse et de la soude. — Les différentes terres absorbent des quantités de potasse

très variables suivant leur nature même et le composé potassique mis à leur disposition.

On peut remarquer d'abord que plus une terre est riche en humus, mieux elle retiendra les solutions potassiques. Ceci jusqu'à une certaine limite cependant. Si nous considérons une solution de carbonate de potasse filtrant à travers un sol moyennement pourvu de matières organiques, nous verrons que d'abord la dissolution de potasse est intégralement absorbée, mais, si on dépasse une dose maximum le carbonate deviendra solubilisateur de la matière humique qui pourra ainsi être entraînée dans les eaux de drainage. Il y aura donc, en pratique, toujours un intérêt évident à employer des solutions d'un titre très faible quand on apportera du carbonate de potasse comme engrais liquide. C'est ce que prouvent les expériences suivantes dues à M. Dehérain :

TERRES ABSORBANTES	POTASSE dans la solution	POTASSE retrouvée	POTASSE retenue par la terre	POTASSE retenue
				P. 100
Terre de Touraine (grande culture) . .	0,100	»	0,100	100
Terre du jardin du Luxembourg	0,075	0,050	0,025	33

Nous pensons que l'emploi du carbonate de potasse deviendra de plus en plus fréquent en petite culture, et à cet égard nous avons recherché de quelle manière il était retenu par les terres que nous employons habituellement. Nous donnons en même temps le dosage d'humus.

Solution de carbonate de potasse à 5 0/0

TERRE EMPLOYÉE	HUMUS dans la terre	CARBONATE de K O dans la solution	CARBONATE absorbé par la terre	CARBONATE dans l'eau de drainage
	P. 1 000		P. 100	
Terre de bruyère de Maurepas.	188,0	100,0	57,14	42,86
Terreau de feuilles de Maurepas.	170,0	100,0	49,52	50,48
Loam de Trappes. . .	31,0	100,0	24,76	75,24

On aura, comme nous l'avons déjà dit, avantage à employer des solutions de carbonate de potasse peu concentrées, ce que prouve l'expérience suivante, à 5 0/0; le terreau de feuilles de Maurepas absorbait 49 0/0 de carbonate; à 1 0/0 93,6. Avec une concentration encore moindre, le sel est intégralement absorbé.

Sulfate de potasse. — Le sulfate de potasse, ajouté comme engrais potassique, donne dans une terre contenant du carbonate de chaux ; par double décomposition du carbonate de potasse et du sulfate de chaux ; deux composés extrêmement utiles aux plantes. Dans ce cas son emploi est réellement avantageux, car son prix d'achat est inférieur à celui du carbonate. Mais si la terre ne contient que peu de calcaire, son rôle est limité par la double décomposition elle-même et dès lors l'excédent de sulfate de potasse, sel très soluble, est rapidement entraîné dans les eaux de drainage. On peut se rendre compte facilement dans le tableau suivant du peu d'utilité de l'apport de sulfate de potasse dans des terres

pauvres en calcaire, et par conséquent de son emploi limité en horticulture.

Sulfate de potasse

TERRES	POTASSE ajoutée	POTASSE retrouvée	POTASSE retenue	POTASSE retenue
				P. 100
100 gr. Terre de Touraine assez calcaire.	0,100	0,030	0,070	30
100 gr. Terre du jardin du Luxembourg non calcaire	0,097	0,092	0,005	0,5

Le chlorure, pas plus que le nitrate de potassium, ne sont bien retenus par la terre. Dans un assez grand nombre de cas, on emploie avec avantage le sulfocarbonate de potasse comme engrais et insecticide. Ce sel est dissocié dans le sol et donne de l'hydrogène sulfuré qui se dégage et du carbonate de potasse qui est intégralement absorbé par la terre. Son emploi est donc rationnel et utile à double titre d'insecticide et d'engrais, il est des plus avantageux à employer dans les terres riches en humus.

Absorption de l'acide phosphorique. — On peut avoir très souvent à apporter dans le sol de l'acide phosphorique comme engrais complémentaire.

On peut le donner sous forme de superphosphates ; ceux-ci rencontrant dans le sol du carbonate de chaux, de l'alumine, de l'humus et de l'oxyde de fer peuvent être insolubilisés à l'état de composés organiques complexes et aussi à l'état de phosphates de sexquioxyde toujours peu solubles. Quand la chaux seule est abondante, il se forme des phos-

phates gélatineux facilement solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique. Mais souvent, l'acidité, des superphosphates interdit absolument leur emploi dans les terres humifères. Dans ce cas, on peut, si l'on a en vue des cultures de longue durée, incorporer des phosphates précipités ou des scories de déphosphoration; mais, comme le plus souvent on désire avoir des phosphates qui soient immédiatement solubles et utiles aux plantes, on a recours aux phosphates salins (de soude, de potasse ou d'ammoniaque).

Il est fort probable que ces composés, de même que le carbonate de potasse, deviendront d'un emploi journalier pour les horticulteurs ; il convenait donc d'entreprendre une série d'expériences pour voir comment se comportaient nos terres à leur égard au point de vue de la quantité retenue.

Phosphate de soude (solution au millième).

TERRES	Humus dans la terre	Acide phosphorique total de la terre	Acide phosphorique soluble Acide acétique	Acide phosphorique ajouté	Acide phosphorique retrouvé	Acide phosphorique en plus dans solution
	P. 1000	P. 1000				
Première expérience.						
Terre de bruyère de Maurepas	188	0,64	0,32	0,00277	0,00345	0,00068
Terreau de feuilles de Maurepas	170	1,30	0,40	0,00277	0,00341	0,00064
Loam de Trappes. . .	31	0,62	0,36	0,00277	0,00384	0,00107
Deuxième expérience.						
Terre de bruyère de Maurepas	188	0,64	0,32	0,00277	0,00350	0,00079

Ainsi une solution de phosphate de soude au millième filtrant au travers des trois terres considérées n'est aucunement retenue et non seulement n'est pas absorbée par le sol, mais encore enrichie en acide phosphorique. Elle s'est donc concentrée en empruntant à la terre une partie de son acide phosphorique soluble dans l'acide acétique. Ce résultat est des plus inattendus et des plus curieux, nous en tirerons plus loin les conclusions pratiques.

Ce fait nous semblant absolument anormal, nous avons repris à plusieurs reprises ces expériences en employant des quantités différentes de terres et des solutions d'un titre moins et plus élevé. Les résultats ont toujours été identiques. Avec le phosphate de potasse donné en solution au millième, voici les chiffres qu'ont fourni les expériences :

TERRES	Humus dans la terre	Acide phosphorique total	Acide phosphorique soluble Acide acétique	Acide phosphorique ajouté	Acide phosphorique retrouvé	Acide phosphorique en plus
	P. 1000	P. 1000				
Terre de bruyère de Maurepas	188	0,64	0,32	0,00301	0,00310	0,00009
Terreau de feuilles de Maurepas	170	1,30	0,40	0,00301	0,00512	0,00211
Loam de Trappes. . .	31	0,62	0,36	0,00301	0,00362	0,00061

Les résultats sont encore les mêmes qu'avec les phosphates de soude. Pour chacune des terres en expérience on a pu constater une augmentation du titre d'acide phosphorique contenu dans les solutions.

Les conclusions pratiques à tirer de ces recherches sont que dans ces terres ; l'emploi des phosphates de potasse et de soude est peu rationnel. Appliquées en solutions étendues elles appauvrissent

la terre en lui soustrayant une partie de son acide phosphorique directement assimilable. On ne pourra employer ces sels en toute sûreté, que dans des sols contenant suffisamment de calcaire libre pour saturer tout l'acide phosphorique des phosphates alcalins et les transformer ainsi en phosphate de chaux gélatineux. Dans de pareils terrains il faudra employer le phosphate de potasse en préférence au phosphate de soude. Mais dans tous les cas, surtout quand il semble utile d'apporter de l'azote en grande quantité il convient surtout d'employer le phosphate d'ammoniaque. Nous sommes persuadés que ce sel deviendra rapidement très apprécié et employé en horticulture. La seule objection que l'on puisse lui faire, est son prix encore un peu élevé, mais qui ne peut que baisser, étant donné la facilité de sa fabrication si la demande devient un peu active. A l'inverse des phosphates alcalins; le phosphate d'ammoniaque est très bien absorbé par nos terres, ce que démontrent les expériences suivantes toujours exécutées avec des solutions au millième.

TERRES	Humus	Acide phosphorique total	Acide phosphorique soluble Acide acétique	Acide phosphorique ajouté	Acide phosphorique retrouvé	Acide phosphorique absorbé par la terre
	P. 1000	P. 1000				P. 100
Terre de bruyère de Maurepas	188	0,64	0,32	0,00896	0,00597	33,30
Terreau de feuilles de Maurepas	170	1,30	0,40	0,00896	0,00341	60,80
Loam de Trappes . .	31	0,62	0,36	0,00896	0,00451	49,60

Ces expériences démontrent mieux que toute discussion la valeur de ce corps comme engrais. Il offre en outre, ce double avantage d'apporter et

l'azote et l'acide phosphorique associés sous forme soluble et peu susceptibles d'être entraînés dans les eaux de drainage. Son emploi sera surtout utile dans les terres humifères.

Non absorption des nitrates par le sol. — Le travail incessant des microorganismes nitrifiants produit en abondance des nitrates, surtout du nitrate de chaux. Dans un très grand nombre de cas, on emploie des nitrates; surtout de soude et quelquefois de potasse comme engrais azotés rapidement assimilables.

Malheureusement, ces composés ne sont aucunement absorbés ni retenus par la terre arable. On peut le constater par une expérience bien simple.

Si on fait filtrer, au travers d'une terre quelconque une dissolution de nitrate de soude en contenant 1 gramme par litre, on reconnaît qu'après son passage dans la terre ; le liquide s'est enrichi en azote nitrique, c'est-à-dire que le litre de liquide contient 1 gr. 010, 1 gr. 0,07, etc., de nitrate de soude ou de chaux. Cette expérience se répète avec succès dans toutes les terres. On peut être, dans quelques cas cependant, induit en erreur par une action microbienne qui peut s'exercer quand le passage du liquide à travers le sol est très lent, et que la terre est chargée de détritus animaux en voie de décomposition. Nous voulons parler de la dénitrification. Dans ce cas, on peut constater qu'un sol qui semble absorber une petite quantité de nitrate, ne soustrait absolument rien quand il a été préalablement stérilisé.

Pour montrer la non-absorption des nitrates dans les terres que nous employons journellement, nous

avons versé sur du terreau de feuilles une solution de nitrate de soude a 2/1000. Avant le passage à travers le terreau, 20 centimètres cubes de ce liquide étaient susceptibles de dégager par contact avec le perchlorure de fer et l'acide chlorhydrique bouillant, 140 centimètres cubes de bioxyde d'azote. Après le passage, le même volume fournit 145 cmc. 50 du même gaz. Ce qui prouvait l'enrichissement du liquide en azote nitrique.

Cette non absorption des nitrates par la terre arable a une importance considérable, c'est une source continuelle de déperdition d'un élément d'une grande valeur. Cet entraînement d'azote dans les eaux de drainage doit être pour les horticulteurs, et surtout les maraîchers, qui obtiennent leurs produits dans de véritables nitrières artificielles, une source de constante préoccupation. Nous avons préconisé de recueillir les eaux de drainage et de les faire servir à l'arrosage. Pour les cultures en pots, bacs, bâches, n'employez pas comme engrais azotés de solutions contenant plus de 0,5 à 1 gramme de nitrate par litre ; veillez surtout à arroser avec précaution par petites portions souvent répétées.

L'économie que pourrait réaliser l'horticulteur primeuriste ou le maraîcher, en empêchant la déperdition des nitrates dans le sous-sol est considérable. En grande culture, où les terres sont loin d'avoir la même intensité de nitrification ; M. Dehérain, estime qu'un hectare moyennement fumé perd par an 130 kilos d'azote nitrique représentant une valeur marchande approximative minimum de 182 francs.

CAUSES DE LA STÉRILITÉ DES TERRES

La végétation spontanée peut parfois induire en erreur et tromper les horticulteurs sur la qualité d'un terrain où ils désirent entreprendre des cultures spéciales. Souvent des terres ne deviennent utilisables qu'après de longs et coûteux travaux d'amélioration; l'étude physique et chimique du sol considéré peut éclairer d'avance le cultivateur qui n'est plus ainsi exposé à des déboires d'autant plus désagréables qu'ils sont inattendus. La couche de terre arable peut n'avoir qu'une épaisseur très faible. Ceci rend toute culture impossible, quand le sous-sol est soit rocheux, imperméable ou infertile.

On ne peut cultiver de pareilles terres que quand elles reposent sur un sous-sol en pente et quand on dispose d'une quantité d'eau suffisante pour y créer des prairies irriguées. Des sols peu fertiles, calcaires ou même très siliceux, où les racines peuvent s'enfoncer à une assez grande profondeur peuvent être utilisées pour des exploitations sylvicoles et ne sauraient être propres à aucun autre usage. On pourrait, à cet effet, citer les bois de châtaigniers des environs de Versailles. Si la couche arable est épaisse et un peu bien constituée au point de vue chimique elle peut convenir à la création de pépinières.

Comme exemple de sol naturellement infertile : nous pouvons citer les terres humifères qui se sont accumulées sur un sous-sol imperméable et où l'écoulement n'est pas régulièrement assuré.

Nous avons vu que la présence en quantité un peu notable de sulfate de fer, de chlorure de

sodium ou de magnésium rend les terres infertiles.

Souvent aussi, la terre devient improductive quand elle est soumise pendant de longues années à des cultures qui épuisent le stock de matières minérales et carbonées qu'elle contient, sans que ces substances soient rendues au sol, au fur et à mesure de leur déperdition, par les engrais complémentaires.

Dans certains cas, un terrain cultivé et fumé régulièrement au fumier de ferme devient aussi après un certain temps improductif. Le fumier, en effet, ne fait que de réfléter la composition minérale du sol qui a servi à produire les fourrages consommés par les animaux producteurs de fumier. Quand un élément fait défaut dans le sol, il ne se trouve pas en abondance dans ces fumiers et si on ne veut pas voir sa production végétale baisser rapidement ; il faut bien se rendre compte de temps en temps de la valeur chimique de sa terre et des fumures que l'on y enterre.

On remarque aussi, que plus une terre est pauvre en humus, moins elle est fertile. Il y a donc pour les horticulteurs toujours un très grand avantage à incorporer à leur terres des doses massives de matières organiques. Ceci constitue du reste une pratique journalière. Quand l'analyse d'une terre infertile montre qu'elle est pauvre en potasse, en chaux ou en acide phosphorique ; il y a un avantage certain à ajouter ces éléments, en étudiant pour chaque sol, la forme d'application la plus convenable.

Mais, et nous touchons ici à un point bien intéressant, il faut porter une attention très grande à l'emploi des engrais, dits chimiques pour l'amélioration des terres ou des rendements.

Actuellement, dans nombre de cas, ces matières sont appliquées très souvent sans discernement ;

comme on dit, au petit bonheur ; sans qu'on se préoccupe, ni de la composition des terres sur lesquelles on les applique ; ni de la composition et des besoins des plantes qui sont appelées à y croître.

Quand on agit agit ainsi, on s'expose à des résultats le plus souvent désavantageux. En petite culture on croit malheureusement trop souvent que l'on a un réel bénéfice à employer les engrais à doses massives et ceci a l'inconvénient primordial de faire dépenser inutilement et de perdre une partie des bénéfices en gaspillant des sommes qui pourraient être plus utilement employées.

Très souvent aussi, on croit entrer dans la voie du progrès et des économies en adoptant une des nombreuses formules que des expérimentateurs plus ou moins partiaux et souvent marchands d'engrais, annoncent comme infaillibles pour tous les cas. Nous sommes absolument persuadés qu'il ne doit exister de formules que celles que l'on peut composer soi-même à la suite d'études approfondies de son terrain, de toutes ses propriétés, puis de la vie et des besoins alimentaires des plantes que l'on y cultive.

Encore une telle formule doit varier chaque saison, et ne peut avoir pour les horticulteurs qui ne sont pas placés exactement dans les mêmes conditions de terrain et de production, qu'une valeur consultative, destinée surtout à fournir des idées générales sur les rapports des plantes spéciales considérées avec le sol.

On nous dira que les formules facilitent l'application des engrais pour les horticulteurs.

Nous répondrons que :

1° Il vaut mieux ne pas employer du tout les engrais chimiques que les employer d'une manière inconsidérée.

2° Qu'il faut toujours éviter les formules toutes faites ; car nos connaissances agronomiques actuelles ne nous permettent pas encore de dire, que, pour un terrain d'une composition connue par exemple ; offrant une richesse moyenne de telle quantité d'un corps assimilable. Le rendement sur cette terre d'une plante de composition connue, augmentera de tant de kilos si on y ajoute un nombre X de grammes de substances directement assimilables au sol. (Engrais.)

3° Que ces formules toutes faites contiennent des éléments qui sont dans certains cas absolument inutiles; dans d'autres nuisibles aux végétaux et que souvent elles n'apportent les aliments nécessaires aux plantes qu'à un prix beaucoup trop élevé.

Un exemple fera rapidement comprendre notre manière de voir à ce sujet. Très souvent dans les environs de Paris, on cultive beaucoup de plantes à feuillage ornemental dans de la terre de bruyère. Un horticulteur entend parler des merveilleux résultats dus aux engrais chimiques ; il ouvre un formulaire comme il y en a malheureusement trop actuellement et trouve la composition suivante qui doit répondre à tous ses désirs :

Engrais complet pour plantes à feuillage ornemental en pots.

Par mètre cube, 300 grammes.

Nitrate de soude.	1.000
Sulfate d'ammoniaque	1.000
Chlorure de potassium.	500
Sulfate de chaux.	2.000
Superphosphate de chaux	2.000
Sulfate de fer	500

Ce produit doit donner des augmentations de rendements extraordinaires. Examinons ce qui se passe quand ce mélange est introduit dans la terre. On remarque dans cette composition du sulfate d'ammoniaque, du superphosphate de chaux et du sulfate de fer; ces trois sels quand ce ne sont pas des produits purs de laboratoire, contiennent toujours de l'acide sulfurique libre. Celui-ci se combine à la chaux du sol en commençant par dissocier les carbonates et les composés organiques contenant de la chaux. Il se forme par double décomposition du sulfate de chaux qui est soluble et peut être entraîné dans les eaux de drainage.

Comme premier résultat de l'application d'un pareil engrais ; on voit que toute la chaux du sol est passée à l'état soluble ; ce qui implique un ralentissement d'abord, puis un arrêt de la nitrification. Il reste dans ce sol en présence, du sulfate d'ammoniaque, de chaux, du chlorure de calcium et de potassium et du sulfate de fer. Même à doses faibles, ces composés sont toxiques pour les racines des plantes; mais leur action est de courte durée, car au premier arrosage ils sont entraînés dans les eaux de drainage

Ainsi l'effet d'un pareil mélange introduit dans la terre de bruyère est net ; on tue les plantes qui auparavant y prospéraient, de plus, pour une période de temps très longue, on rend la terre infertile et on a gaspillé en pure perte l'argent qui a soldé l'achat de l'engrais. De pareils résultats découragent les gens qui opèrent sérieusement et après cela; il n'est pas difficile de comprendre pourquoi les engrais complémentaires ne sont pas estimés à leur juste valeur et quelles idées prévalent à leur égard chez presque tous les praticiens.

On voit qu'il faut être prudent dans l'adoption des formules toutes faites et n'appliquer que celles qui sont accompagnées d'études des terres et des plantes, conçues au moins dans un esprit scientifique. Les autres ont surtout pour avantages d'être une source importante de bénéfices pour les marchands d'engrais, souvent au détriment de la santé des plantes de l'horticulteur qui les a achetés. Nous pourrions citer bien des exemples de déboires agricoles et horticoles et notre satisfaction serait grande si ces quelques lignes pouvaient tant soit peu enrayer cette doctrine des formules toutes faites, enseignement contraire à la vérité scientifique et au progrès.

Analyse chimique des terres.

Les propriétés chimiques et absorbantes des sols varient suivant leur nature même, leur composition chimique en un mot. Il est donc indispensable, avant d'étudier sérieusement une terre, d'avoir une idée aussi nette que possible de sa constitution chimique et de la proportion de chacun des corps composants. Au point de vue des applications pratiques, il n'est pas nécessaire d'avoir une composition centésimale du sol aussi complète que celle que nous avons indiquée plus haut. Il suffit d'avoir une idée approximative de l'état et de la qualité des éléments principaux contenus dans la terre.

Si nous prenons l'azote pour exemple ; nous savons que cet élément se présente sous des formes bien différentes ; en dosant l'azote total de la terre, on a une idée extrêmement vague de la fertilité du sol. On a établi néanmoins des distinctions et des degrés

de fertilité suivant la quantité d'azote total contenu dans les sols ainsi que le montre le tableau suivant dû aux recherches de MM. de Gasparin, Risler, Joulie, qui classent les terres ainsi :

		Azote total p. 1000 grammes de terre.
Terres très pauvres	De	0 gr. 5 à 0 gr.
— pauvres	De	0 gr. 5 à 1 gr.
— de richesse moyenne. . .		1 gr.
— riches.		1 à 2 gr.
— très riches .	Au-dessus de	2 gr.

Cependant, si on analyse une terre humifère qui a longtemps séjourné dans un pot; on voit que cette terre qui est complètement infertile alors, contient souvent encore 3 à 5 0/00 d'azote, ce qui indiquerait une terre riche et fertile.

Ce qui est intéressant à connaître; ce n'est pas la quantité d'azote total, mais la seule fraction de cet élément qui peut être utile aux plantes. Une terre du champ d'expériences de Grignon contenait 1,5 0/00 d'azote; elle était par conséquent riche et subissait fortement cependant, l'influence des fumures azotées solubles. Etudiée, elle montra une production annuelle par hectare de 92 kg. 7 d'azote nitrique alors qu'une terre ne dosant pas 1,5 0/00 d'azote total en produisait par an 110 kilogrammes; quoique plus riche en azote total, la première terre était bien pauvre en azote utile.

Connaissant pendant une période donnée l'activité de la nitrification dans une terre étudiée; il ne faut pas cependant en déduire la production annuelle. C'est ce qui arrive pour les terres humifères; dans celles-ci la nitrification diminue graduellement; or, nous trouvions que la terre de bruyère de Maurepas

qui dose 5 0/00 d'azote total forme par jour et par kilogramme 0 gr. 000199 d'acide nitrique. Il faudrait multiplier ce chiffre par 365 pour obtenir la production annuelle. Ainsi l'évaluation obtenue de la quantité d'azote utile fourni par cette terre serait une approximation fausse quoique basée sur des moyennes d'expérience.

Pour l'acide phosphorique, il est bon d'exiger un dosage d'acide phosphorique total et celui de la fraction de cet acide soluble à froid dans un acide faible comme l'acide acétique ; il faudra agir de même pour la potasse et dégager des chiffres ainsi obtenus, des idées qui permettront d'exécuter les calculs destinés à assurer la restitution des éléments soustraits par les plantes au sol. En résumé, nous indiquerons en tableau les éléments nécessaires pour permettre l'étude chimique sérieuse d'une terre :

1° Sa richesse en azote total ;
2° Production d'azote nitrique pendant une période de six mois ;
3° Acide phosphorique total ;
4° — soluble dans l'acide acétique ;
5° Potasse soluble ; eau régale ;
6° — acide acétique ;
7° Chaux et magnésie ;
8° Humus.

Quand un certain nombre d'analyses de ce genre auront été effectuées d'une manière comparative, on pourra dire alors. Nous remarquons que telle variété de plante n'a aucunement bénéficié de l'apport d'acide phosphorique dans une terre dosant tant pour 1.000 d'acide total, dont telle partie soluble dans l'acide acétique. Ce fait deviendra alors un enseignement et la chimie horticole fera de rapides progrès.

Il faut unifier nos modes de recherches, adopter de similaires plans d'études, et nous sommes convaincus qu'en peu de temps; en agissant de la sorte, avec nos conditions particulières de culture, dans les milieux déterminés où nous agissons, avec les facilités que nous avons de les modifier dans leur texture et dans leurs propriétés, on obtiendra rapidement des résultats qui seront toujours problématiques en grande culture, par suite du manque d'équilibre de la composition, de l'épaisseur, des propriétés physiques et du sous-sol des terres que l'on cherche à améliorer.

Dès maintenant, pour nous, horticulteurs, l'analyse chimique de la terre où nous cultivons s'im pose; elle est indispensable. Est-ce à dire que chacun de nous doive devenir chimiste et faire lui-même ces recherches. Non, au contraire, le dosage des éléments contenus dans le sol exige un certain nombre d'opérations très délicates, qui demandent en même temps que des connaissances chimiques approfondies, une habileté pour ainsi dire professionnelle qui ne s'acquiert que par une longue fréquentation du laboratoire. Il faut, en outre, disposer d'un matériel particulier et l'analyse que l'on fera ainsi sera toujours plus coûteuse et souvent moins exacte que celle qu'exécutera un chimiste de station agronomique. Mais, si on a seulement à demander un bulletin d'analyse et il faut alors bien préciser ce que l'on désire connaître à ce sujet. Voici ce que nous conseillons de demander pour l'analyse physique :

Eau, Densité apparente.

Passage au tamis de 10 mm.	Passage au tamis de 1 mm.
Calcaire.	Calcaire.
Pierres non calcaires.	Pierres non calcaires.
Humus.	Humus.

Terre fine :

Silice.	Calcaire.
Argile.	Humus.

Puis pour l'analyse chimique :

Azote total.
Formation d'azote nitrique en trois mois : 3 dosages.
Acide phosphorique soluble à chaud dans l'eau régale.
Acide phosphorique soluble à froid dans l'acide acétique.
Potasse soluble à chaud dans l'eau régale.
Potasse soluble à froid dans l'acide acétique.
Chaux.

Le chimiste auquel on a demandé d'opérer ainsi, vous remet un bulletin d'analyse, semblable au suivant que je donne comme exemple :

TERRE DE BRUYÈRE DES ENVIRONS DE RAMBOUILLET

Eau 318,0 0/00

Passage au tamis de 10 mm. P. 100.		Passage au tamis de 1 mm. P. 100.	
Pierres calcaires. .	0,00	Gravier calcaire . .	0,00
— non calcaires.	0,20	— non calcaire. .	11,89
Débris organiques.	2,20	— argileux. . .	0,00
		Débris organiques .	6,22
Total	2,40	Total.	11,18

Terre fine 79,49 0/0

Azote total	5,0 0/00
— nitrique par jour et kg. 0 gr.000199	
Acide phosphorique (eau régale)	0,64
— — (acide acétique) . .	0,32
Potasse (eau régale).	3,06
— (acide acétique)	1,39
Chaux	1,93
Silice.	790,00
Humus	188,00
Fer.	2,64

Voici comment nous interpréterons cette analyse : un kilogramme de cette terre ne contient que 1.000 — 318 = 682 grammes de terre sèche. Ces 682 grammes ne donnent que $\frac{682 \times 79,49}{100} = 542$ gr. 12 de terre fine dont voici la composition :

	Gr.
Azote total.	2,7100
— nitrique produit en 3 mois. . .	0,00963
Acide phosphorique (eau régale). . .	0,3469
— — (acide acétique).	0,1734
Potasse (eau régale).	1,6588
— (acide acétique).	0,7535
Chaux.	1,0462
Silice	428,2748
Humus	101,9185
Fer	1,4311
Eléments non dosés et perte.	3,7971
Terre fine totale	542,12003

Cette manière de procéder nous semble très pratique, quand on désire effectuer les calculs destinés à assurer la restitution des éléments utiles du sol, exportés par les plantes.

Nous ne voulons pas entrer dans de longues considérations sur le mode d'analyse des terres que nous employons en horticulture, ceci nous entraînerait beaucoup trop loin et n'intéresserait que médiocrement les horticulteurs. Disons cependant, que tous les dosages d'humus cités au cours de ce travail ont été exécutés suivant le procédé Raullin, qui nous a donné des résultats très précis et qui est assez rapide, quand on a acquis l'habitude des méthodes, dites des liqueurs titrées.

Nous avons passé en revue dans la première partie de cet ouvrage, toutes les questions théoriques relatives au sol lui-même et aux rapports des terres avec les plantes; dans la seconde, nous étudierons plus spécialement les principaux types de terres les plus généralement utilisées en horticulture et nous terminerons en donnant une idée des besoins alimentaires des végétaux utiles ou d'agrément qui sont cultivés le plus abondamment. Un exemple de culture suivant les notions scientifiques actuelles, servira en quelque sorte de résumé et d'application pratique des idées exposées au cours de cet ouvrage.

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE V

LES SOLS NATURELS EN PLACE

L'étude des différents sols mis par la nature à la disposition des plantes offre un vif intérêt, non seulement pour les agronomes et les agriculteurs, mais aussi pour nombre d'horticulteurs qui sont plus particulièrement les pépiniéristes, sylviculteurs, arboriculteurs et producteurs de légumes.

L'examen méthodique des terres en place, doit nécessairement précéder celui des terres spéciales; employées seulement par un nombre beaucoup plus restreint de producteurs. On peut concevoir que le sujet que nous avons à traiter « Les sols naturels en place », est particulièrement vaste. Une classification rigoureuse des terrains cultivables est à peu près impossible à établir étant donné que l'on peut facilement trouver et citer des cas de transition entre tous les types principaux que l'on peut distinguer. Néanmoins une classification s'impose, elle doit être simple et méthodique, permettant de classer rapidement une terre donnée, dans la caté-

gorie générale des sols à laquelle elle appartient; catégorie réunissant un ensemble de compositions et de propriétés similaires, sinon complètement identiques.

Nous nous sommes arrêtés à une méthode de classement mixte, caractérisée par la recherche des propriétés physiques et de la dérivation géologique.

Nous divisons d'abord les sols naturels en quatre grandes classes :

1° Sols siliceux; 2° Sols argileux ; 3° Sols calcaires; 4° Sols humifères.

Dans chacune de ces classes types, nous établissons des groupes basés sur l'état physique du sol considéré; c'est ainsi que pour la classe Ire, sols siliceux, nous les divisons ainsi qu'il suit :

Sols siliceux.	Rocheux.
	Pierreux.
	Caillouteux.
	Sableux.

et à chacun de ces groupes nous ajoutons le nom de l'étage géologique dont ces sols proviennent. Ainsi pour les terrains silliceux rocheux, nous établissons :

Siliceux rocheux	Primitifs.	
	Armoricains	(Terrains de transition).
	Vosgiens	
	Tertiaires.	

Ces catégories nouvelles représentent des types spéciaux. On conçoit que dans la nature, dans nombre de cas, ces sols se sont mélangés deux à deux en proportions très variables.

Supposons qu'une terre en place contienne 60 0/0 de silice et 40 0/0 d'argile; nous nous trouvons en présence d'un sol silico-argileux qui peut être :

Silico-argileux soit. . . .	Rocheux. Caillouteux. Graveleux. Sableux.

Si une terre contient 60 0/0 d'argile pour 40 0/0 de silice, elle est alors argilo-siliceuse et c'est de la même manière que nous pouvons définir comme types les sols silico calcaires, argilo-siliceux, argilo-calcaires, calcaro-siliceux, calcaro-argileux, silico-humifère, humifère-siliceux, humifère-argileux. Dans la nature, l'association de tous les éléments est possible et en toutes proportions; seulement il nous serait impossible d'étudier des types spéciaux dont le nombre serait aussi considérable que le nombre des terrains naturels eux-mêmes. On aurait des types de terres silico-argilo-calcaires, calcaro-argilo-siliceuses, etc., etc., et la complication deviendrait d'autant plus grande que l'on spécifierait chaque fois l'étage géologique.

Ainsi donc, au point de vue pratique; quand un sol naturel ne rentre pas nettement dans une des catégories saillantes que nous aurons l'occasion de passer en revue. Il faut le considérer comme un cas isolé et en faire une étude particulière; qui amènera à connaître ses qualités et ses défauts, sa composition et ses propriétés.

Nous voulons simplement montrer avant d'entrer dans notre sujet l'avantage de la classification mixte sur la classification dite physique et sur la classification purement géologique. L'appellation « sol

calcaire », ne désigne rien de précis à notre esprit; pas plus que celle de « sol Bathonien », mot qui indique l'origine et la composition probable mais ne peut être connu que d'un nombre limité de personnes, tandis que l'expression de « terrain calcaire rocheux Bathonien » est plus claire, plus compréhensible et tout aussi scientifique.

Nous allons maintenant appliquer à l'étude des sols naturels en place la classification que nous venons d'exposer, en insistant sur les propriétés physiques et chimiques de chacun des types particuliers, ainsi que sur leur composition, leur utilisation, leurs aptitudes à des cultures déterminées et les améliorations possibles à y exécuter.

TERRAINS SILICEUX

Terrains siliceux rocheux. — Dans les régions de formation primitive (granite, gneiss) on trouve assez souvent des terrains siliceux rocheux. En général, seule leur exploitation sylvicole peut être rémunératrice. A cet égard, la végétation forestière du massif Vosgien est remarquable. Les Epicea et les Abies pectinata prospèrent dans les éboulis de Gérardmer, les reboisements de Plombières et du Val d'Ajol montrent le parti que le sylviculteur habile peut tirer des pentes rocheuses qui semblent inutilisables. Dans le même ordre d'idées, on trouve de beaux exemples de reboisements en Suisse, dans les environs d'Interlaken. La région granitique Pyrénéenne est couverte de forêts où la végétation est moins luxuriante que dans les Vosges; ceci tient en partie à la nature impénétrable des gneiss et des

micaschistes qui permettent difficilement le passage des racines et rendent ainsi les reboisements très difficiles. En Auvergne, sur les rocs siliceux se trouvaient d'assez belles forêts qui ont peu à peu disparu ; maintenant on y voit de maigres chênes et quand l'eau est abondante, on peut y planter des châtaigniers avec assez de succès. Les pins sylvestres ont donné aussi quelques bons résultats.

Nous passons aux terrains de « transition » dont nous prenons pour premier exemple les Grès Armoricains de Bretagne. En général, on y remarque des collines à arêtes vives dont de bons exemples peuvent se remarquer dans les environs de Domfront ; ces collines sont constituées par de gros blocs de grès à grains très fins. Rarement la végétation ligneuse y est belle, c'est à peine si quelques chênes parviennent à enfoncer leurs racines dans les fissures où peu à peu le grès devient un peu friable. Quand les crevasses sont plus abondantes, on peut y élever des pins maritimes ; mais de nombreux essais de création de vergers de pommiers ; n'ont pas donné de bons résultats quoique, cependant, souvent de grands efforts aient été faits pour défoncer profondément le sol avant la plantation.

Dans les Vosges, se rencontrent en abondance les grès rouges Vosgiens ; les sommets des collines et des montagnes sont dénudés ; on trouve en se rapprochant des parties basses des pins sylvestres. En réalité, seuls les résineux peuvent donner là des résultats intéressants.

Il faut arriver aux formations tertiaires pour retrouver des sols siliceux rocheux. Il y a en de très importants exemples dans les environs de Paris. Les grès de Fontainebleau ont un grain moins fin

que les précédents et sont plus facilement désagrégeables.

Les blocs de grès reliés par des sables fins sont aptes à une végétation forestière qui est souvent très belle; les hêtres, chênes et de très beaux châtaigniers caractérisent cette région où les bruyères, les Pteris aquilina et les bouleaux ainsi que les Juniperus abondent.

Terrains siliceux caillouteux. — En général, ces sols ne sont fertiles et cultivables que quand l'eau est abondante. Sur les bords de la Moselle, où l'irrigation est intense, la végétation herbacée est magnifique ; mais sans eau, ces terres sont très arides se couvrent de Genêts à balais, de Cheleria crispata et de Sédum acre. C'est ce que l'on peut constater, en pire, dans les vastes plaines de la Crau au-dessous d'Arles; ce sont là des champs de pierres. La seule amélioration possible consiste en colmatages au moyen desquels un peu de limon du Rhône vient se déposer entre les pierres, ce qui permet de semer des Graminées. Au point de vue horticole donc, aucun parti convenable à en tirer.

Terrains siliceux graveleux. — Quoique arides et brûlants en été, froids en hiver ces sols sont un peu moins mauvais que les précédents.

En général, ce sont des terres très perméables, meubles, qui manquent de chaux et d'acide phosphorique ; elles peuvent donner de bons résultats culturaux quand on peut y faire de fréquentes irrigations. A l'état naturel, on y voit beaucoup de Fétuques et de Genêts à balais. Dans les Vosges où ces sols se rencontrent fréquemment ; on les a beaucoup améliorés en leur incorporant des amen-

dements calcaires et des charrées (cendres de bois lessivées), les prairies y sont devenues productives et la culture arbustive possible.

Les contreforts des monts des Maures et de l'Esterel qui bornent la Corniche ont donné naissance à de semblables sols, surtout dans les désagrégations de micachistes. Souvent là, on dispose les jardins en terrasse et quand l'eau est abondante et les fumures organiques un peu copieuses, la végétation y est luxuriante. Les orangers, les mûriers et la vigne y croissent à merveille et les cultures de Phœnix et de Chamœrops s'y voient fréquemment (le Pritchardia filifera, en dix ans, y forme des troncs d'un mètre). Un assez grand nombre de vignobles des bords du Rhône sont établis sur des terres de cette nature, qui, même reposant sur des sous-sols rocheux impénétrables donnent des produits estimés.

Dans les formations tertiaires du sud-ouest de la France, on trouve des sols siliceux graveleux. Sur les flancs de colline du Médoc, où ils présentent souvent une épaisseur considérable. Ils sont éminemment propices à la culture de la vigne et on récolte là des vins d'excellente qualité. Leur défaut capital est d'être brûlants en temps de sécheresse et, il faut des végétaux comme la vigne, doués d'un puissant système des racines pour y résister.

Quand l'épaisseur du sol diminue et surtout quand le sous-sol devient argileux, comme dans les landes de Gascogne ; il faut trouver pour les utiliser des végétaux très peu exigeants. Seuls les pins maritimes y végètent et c'est à peine si quelques maigres récoltes de seigle peuvent être enlevées sur les éclaircies.

Terrains siliceux sableux. — Les terrains siliceux sableux se rencontrent très fréquemment dans notre pays. En général, ils n'offrent ni résistance, ni ténacité ; se dessèchent facilement, devenant poussiéreux après quelque temps de sécheresse. Leur culture est facile et ils sont très perméables. Au point de vue de leur constitution chimique; ils manquent de chaux, de potasse et d'acide phosphorique. Très souvent un faible apport d'engrais organique y est rapidement sensible.

Dans le centre de la France, Saône-et-Loire, Creuse, Haute-Vienne, Corrèze, on trouve de pareils sols formant souvent les pentes des collines et qui sont désignés sous le nom général d'arênes granitiques. La végétation naturelle y est pauvre, les Genêts à balais, les Digitales et les Carex s'entremêlent ; mais, si on y fait des apports de chaux et d'acide phosphorique, on peut y récolter du seigle et même du méteil. Il faut incorporer des doses massives de calcaire pour y acclimater des légumineuses.

La région primitive des Vosges renferme aussi des sols sableux. Souvent là, l'eau ne manque pas et les irrigations bien entendues, combinées avec des amendements convenables, permettent la culture du seigle, même des carottes et des pommes de terre, si les fumures organiques sont un peu abondantes. A la suite d'améliorations successives on est parvenu à y cultiver le lin dans les environs de Remiremont.

Les contreforts gneissiques des Pyrénées ont donné naissance à des terrains sableux qui sont souvent couverts de prairies de Graminées. L'absence d'eau rend maigres ces pâtures et la presence de nombreux troupeaux de moutons, les re-

boisements bien difficiles ; on pourrait citer de pareilles terres dans l'Ardèche, la Lozère et l'Aveyron. Quand le sol est assez profond, on pourra tenter la plantation de quelques-unes des essences que nous indiquons à la suite de ce chapitre et le produit sylvicole peut souvent y être rémunérateur.

En Bretagne, la désagrégation des granites a donné naissance à des sables très pauvres en chaux et en acide phosphorique ; les irrigations sont le plus souvent là, assez difficiles à établir. En plus, on a dans ces régions la mauvaise habitude de recourir à l'écobuage pour améliorer les prairies. Non seulement cette opération qui consiste à brûler les herbes est peu utile, mais elle est aussi nuisible en empêchant l'accumulation des matières organiques qui seules peuvent augmenter un peu la fertilité du sable et lui donner quelque cohésion. Au point de vue horticole donc peu de chose à faire dans ces sols, sauf la grande culture maraîchère avec de très copieuses fumures, souvent d'herbes marines mélangées avec les tangues (amendements calcaires marins) (Roscoff).

La vaste plaine qui borde la partie orientale des Vosges et qui s'étend jusque dans la Bavière Rhénane, présente souvent des terrains siliceux sableux. D'après quelques analyses que nous avons pu consulter; elles contiennent de 0,2 à 0,7 0/00 d'acide phosphorique ce qui est beaucoup en-dessous de la moyenne et de 0 à 6 0/00 de chaux et 0,3 à 0,9 0/00 de potasse.

De pareils sols sont naturellement pauvres et secs ; ils sont cependant très facilement améliorables et cultivables en raison de leurs propriétés physiques ; les irrigations qui sont souvent faciles à y faire,

permettent la création de belles prairies et dans les parties les moins humides ; on peut planter des résineux, pins et épicea avec chance de belle venue. Les cultures arbustives y prennent de jour en jour de plus en plus d'importance.

Nous arrivons à l'étude des formations crétacées. Les premiers exemples sont fournis par les sols qui résultent de la désagrégation des grès verts Néocomiens inférieurs. Ils sont très fins, mélangés de chlorite et d'oxyde de fer.

Aux environs de Vendœuvre, près de Bar-sur-Aube, ces sols sont très profonds et en général fertiles quand l'apport de matières organiques y est régulier. Là, les phosphates minéraux augmentent de beaucoup les récoltes ; on constate aussi que naturellement la houlque molle y est très abondante.

Dans le Cher, ces sables reposent parfois sur des couches argileuses qui se trouvent à une faible profondeur ; la conséquence malheureuse de ceci est qu'ils sont très humides en hiver et très secs en été. La création de prairies permanentes n'a pas donné là de bons résultats ; par contre, les châtaigniers semblent y croître assez vigoureusement.

Près du Mans, le sol sableux est rougeâtre ; quelquefois verdâtre, un peu plus profond ; couvert de bruyères, d'ajoncs et de genêts. Là, les semis de pins maritimes ont donné d'excellents résultats ; malheureusement ces plantes ont été fortement éprouvées par les gelées de nos grands hivers.

On a pu y réussir la plantation de Pins laricio qui y croissent très rapidement. Ce terrain très perméable, à facilité le développement de la culture maraîchère dans les environs du Mans. Avec des apports considérables d'humus et d'amendements

calcaires, on est parvenu à constituer des sols très fertiles où la production légumière est intense.

Il faut arriver à l'étage Suétonnien de l'Eocène pour trouver des formations sableuses de quelque importance. A Bracheux, dans les environs de Paris, les sables qui reposent sur un sous-sol formé de caillasses siliceuses sont très perméables et la végétation forestière y est belle.

Il en est de même dans les environs de Neauphle-le-Château (Seine-et-Oise) ; on a établi là avec succès, sur les flancs des coteaux bien exposés, des cultures hâtives de primeurs qui donnent de bons résultats. On y récolte des petits pois, des haricots et aussi les premières asperges des environs de Paris ; quand on fume soigneusement et que la terre est profonde.

Dans les parties sèches, les charmes et les châtaigniers peuvent former d'assez beaux taillis.

Au même étage géologique appartiennent les sables de Beauchamp qui affleurent près d'Erblay (Seine-et-Oise), et dont les propriétés physiques sont souvent malheureusement et brusquement modifiées par la présence de bancs d'argile. Sur ces terrains, dans la forêt d'Ermenonville et aux environs de Villers-Cotterets ; les forêts sont belles, il y a là une végétation puissante de chênes, hêtres, bouleaux et châtaigniers. Les chênes ne viennent bien que dans les sables profonds, mais les bouleaux et les pins sylvestres s'accommodent de plus faibles épaisseurs. Les cultures potagères de Méry-sur-Oise et de l'Isle-Adam (Seine-et-Oise) sont renommées et leur production de petits pois et de haricots alimente une partie des marchés de Paris.

Dans la formation du Miocène se présenten les sables, dits de Fontainebleau, qui occupent dans la

zone parisienne un vaste espace. Les couches de sable y sont puissantes, dépassant souvent 30 mètres. La forêt de Fontainebleau repose en partie sur ce terrain, et on peut également en citer des affleurements à Bellevue, Versailles, Viroflay, Saint-Cyr, Feucherolles. La caractéristique de la composition de ces sables et leur pauvreté en acide phosphorique 0,005 à 0,009 0/00.

Dans les parties profondes, les chênes et les hêtres sont beaux, les pins assez rares, les châtaigniers abondants et on peut y réussir des plantations de bouleaux. Ces sols sont éminemment propres à la création de cultures maraîchères et forment d'excellents sous-sols pour les cultures de plantes exigeant des terres spéciales. Au point de vue de la grande culture elles sont infertiles, par conséquent inexploitables.

Les sables de l'Orléanais sont également peu fertiles; cependant, ils ont été reconnus favorables à l'établissement de pépinières de sevrage, demandant un terrain très perméable et où les opérations culturales sont toujours faciles. En Sologne, les terrains sableux sont très répandus, ils reposent malheureusement sur une couche argileuse horizontale qui rend l'écoulement des eaux de drainage impossible, le pays est marécageux, par conséquent insalubre et difficilement habitable. Ces sables manquent tous de chaux, de potasse et d'acide phosphorique. De nombreuses analyses ont donné comme moyenne 0 gr. 1 0/00 de potasse, 0,02 à 0,04 d'acide phosphorique ce qui est extrêmement peu. En dehors de la région marécageuse, des landes incultes couvertes d'Erica occupent une partie de cette région qui comprend environ 45,000 hectares.

On a pu réussir à en reboiser 25,000 environ, avec des pins maritimes qui y donnent de maigres produits.

Les landes sableuses de Gascogne forment le prototype des terrains sableux dérivant du Pliocène.

Dans la région nord-ouest, les particules de sable sont assez grosses; elles deviennent de plus en plus petites à mesure que l'on se rapproche de la zone des dunes qui bordent la mer. On a réussi à planter là des pins maritimes qui y donnent de bons produits; les carex et les arundo s'y sont multipliés. Le plus souvent la couche sableuse est peu profonde, supportée par un sous-sol rocheux et compact; l'alios mélange d'argile, d'oxyde de fer et de matières organiques. L'exploitation sylvicole a pris dans ces régions une grande importance et dans la partie occidentale on tend actuellement à faire des plantations de vignes.

Parmi les sols sableux des formations géologiques actuelles, on peut citer les sablettes des bords de la Loire, qui, le plus souvent, mélangées de limon argileux et de matières organiques, sont utilisés avec le plus grand succès par les pépiniéristes des régions Orléanaises et Angevines pour la multiplication de la plupart des végétaux ligneux.

Au point de vue des propriétés physiques, les terrains sableux sont en général des plus perméables, la circulation de l'eau y est active. Ces terres ne conservent pas d'eau en été, perdant presque tout par l'évaporation spontanée. Elles sont brûlantes l'été, et froides l'hiver; les phénomènes de retrait y sont insignifiants car elles n'ont aucune cohésion et par conséquent se transforment l'été en poussière que le vent entraîne facilement.

Au point de vue chimique, elles manquent de chaux, de potasse, d'acide phosphorique et d'azote ; elles sont donc souvent très peu fertiles et gagnent toujours à être améliorées surtout par des fumures organiques qui augmentent leurs propriétés physiques et chimiques.

Engrais convenables aux terrains siliceux.

Il est très important de savoir quels sont les engrais qui peuvent être employés sans danger sur les terrains siliceux avec certitude de succès.

L'apport de fumier de ferme y est toujours avantageux ; mais il ne faut donner à ces sols que des fumures légères, très souvent répétées et peu de temps seulement avant la culture.

Il en est de même pour les autres engrais organiques; déjections étendues d'eau (engrais flamand). C'est sur les terrains siliceux que les meilleurs résultats ont été obtenus par à la suite de l'épandage d'eaux d'égout, et c'est dans ces conditions que les doses les plus fortes ont pu être distribuées.

On peut avec grand avantage incorporer des poudrettes dans les terrains sableux quelque temps avant la culture ; et les engrais verts y produisent leur maximum d'action. C'est là que leur décomposition est la plus rapide, quand on prend la précaution toutefois de les enrober d'une couche de chaux vive. Les goémons et les varechs d'échouage ont transformé en jardins fertiles les côtes sableuses de la Bretagne, leur emploi ainsi que celui des tourteaux résiduaires est toujours à conseiller dans ce cas, en ayant soin d'y ajouter de la chaux vive. Les eaux de féculerie et de distillerie, les écumes de déféca-

tion donnent des résultats avantageux dans les sols sableux.

Au point de vue des engrais azotés, on peut donner du nitrate de soude aux terres sableuses ; mais il faut se rendre compte que la déperdition de ce sel y est extrêmement rapide sous l'influence des eaux de pluie et qu'il doit être épandu à très petites doses souvent renouvelées. L'emploi du sulfate d'ammoniaque n'est pas recommandable sur les terres siliceuses. L'apport d'engrais organiques azotés ne donnerait pas dans ces sols de bons résultats si l'azote introduit ne nitrifiait pas. Il est donc indispensable pour assurer la nitrification d'incorporer de la chaux. Si un peu de calcaire ou de dolomie préexiste, la nitrification est au contraire active. Autant que possible, on aura intérêt à mélanger au sol sableux des marnes très calcaires et non de la chaux vive.

Pour les engrais phosphatés, qui sont toujours employés avec les plus grands avantages pour les terrains siliceux ; il convient d'abord de voir si le sol contient des matières organiques. Dans ce cas on peut incorporer utilement des phosphates fossiles, nodules broyées, phosphates d'os et précipités et aussi les scories basiques moulues de déphosphoration.

En général, il faut dans les terrains sableux éviter l'apport de superphosphates ; le phosphate ammoniaco-magnésien et les craies phosphatées y peuvent donner de très bons résultats.

Il ne faudra jamais confier de fortes quantités d'engrais potassiques aux sols siliceux, souvent à cause du manque de chaux, ceux-ci y sont caustiques, par conséquent toxiques pour les plantes.

Il semble donc indispensable d'incorporer de la chaux aux sols sableux avant d'ajouter des engrais potassiques. Il faut cependant faire exception au sujet du carbonate de potasse, qui peut être de la plus grande utilité, surtout quand la terre contient un peu d'humus et aussi, du sulfo-carbonate et du nitrate de potasse agissant comme engrais azoté et potassique.

La chaux est l'élément qui manque le plus généralement aux sols siliceux; nous avons vu qu'il en fallait environ 1/1000 pour assurer l'alimentation des plantes, mais au point de vue de l'amélioration des propriétés physiques, il faut élever cette dose à 1/100 au minimum.

On aura surtout avantage à marner plutôt qu'à chauler. Le plus souvent, les terrains siliceux sont suffisamment riches en oxyde de fer; il ne semble pas utile de leur ajouter cet élément, de même que les sulfates et chlorures de magnésium qui pourraient être toxiques. Employer de préférence si on désire apporter de la magnésie des marnes magnésiennes et surtout le phosphate ammoniaco-magnésien.

Nous croyons utile d'indiquer les principaux végétaux ligneux et herbacés qui sont susceptibles de croître dans les terrains où la silice est l'élément prépondérant. Il est évident toutefois, que chaque plante ayant des besoins alimentaires différents ne pourra prospérer identiquement à ses voisines dans un même sol. Quelques-unes se contentent d'une faible couche de terre, d'autres sont plus exigeantes. Les indications qui suivent et que nous devons en grande partie aux savantes recherches de M. Nicholson, curator des Royal Kew Gardens Angleterre, sont donc essentiellement pratiques. Ce sont des faits d'observation, et, en tout cas, ces indications pourront être

utiles aux horticulteurs et aux architectes paysagistes pour la création de jardins ou de parcs sur des sols siliceux.

TERRAINS SILICEUX

ARBRES ET ARBRISSEAUX

Acer campestre.
— macrophyllum.
— platanoïdes.
— pseudo platanus.
— rubrum.
Æsculus hippocastanum.
— rubicanda.
Alnus cordifolia.
Artemisia abrotanum.
Berberis aquifolium. +
— Darwinii. +
— empetrifolia. +
— vulgaris.
Betula alba.
— nigra.
— pumila.
Broussonnettia papyrifera.
Buxus sempervirens. +
Caragana altagana.
— spinosa.
Carya alba.
— amara.
— tomentosa.
Catalpa bignonioides.
Cedrus Lebanii. +
Celtis crassifolia.
— occidentalis.
Cercis Canadensis.
— siliquastrum.
Chamœcyparis nutkænsis +
— obtusa. +
Colutea arborescens.
— cruenta.
Cratægus oxyacantha.
Cryptomeria japonica. +
Cupressus Goweniana. +
— macrocarpa. +
— sempervirens. +
— torulosa. +
Cytisus albus.
— biflorus.
— purpureus.
— scoparius.
Eleagnus hortensis.
— longipes. +
— macrophylla.
— pungens.
Fagus ferruginea.
— sylvatica.
Fontanesia Fortunesi. +
— phillyroïcoïdes. +
Forsythia suspensa.
— viridissima.
Fothergilla alnifolia.
Fraxinus Americana.
— excelsior.
— ornus.

Fremontia Californica.
Ginkgo biloba.
Gleditschia Sinensis.
— triacanthos.
Gymnocladus Canadensis.
Halesia hispida.
— tetraptera.
Hammamelis arborea.
— virginica.
Hedera helix. +
Ilex aquifolium. +
— cornuta. +
— latifolia. +
— opaca. +
Juniperus sinensis. +
— communis. +
— excelsa. +
— phœnicea. +
— prœcubens. +
— sabina. +
— turifera. +
— Virginiana. +
Kœlreuteria paniculata.
Laburnum Adamii.
— alpinum.
— vulgare.
Larix Europea.
Laurus nobilis. +
Ligustrum japonicum. +
— lucidum. +
— ovalifolium. +
— vulgare.
Lycium afrum.
— barbarum.
— Europeanum.
Magnolia acuminata.
— consp icu a.
Magnolia grandiflora. +
— macrophylla.
— parviflora.
— stellata.
— umbrella.
Muehlenbeckia complexa +
Negundo aceroïdes.
Oleria Haastii.
Osmanthus aquifolium. +
— fragrans. +
Ostrya carpinifolia.
— virginica.
Pavia alba.
— californica.
— flava.
— rubra.
Periploca græca.
Petterea ramentacea.
Philadelphus coronarius.
— Gordonianus
— grandiflorus.
— hirsutus.
— nodaricus.
Phottinia serrulata.
Picea Alckokiana. +
Pinus Austriaca. +
— cembro. +
— excelsa. +
— Alepensis. +
— Lambertiana. +
— laricio. +
— monophylla. +
— pinea. +
— rigida. +
— strobus. +
— sylvestris. +
Pseudolarix Kæmpferii.

Quercus alba.
— catæsbei.
— cerris.
— coccinea.
— ilex. +
— ilicifolia.
— suber. +
— tinctoria.
— toza.
Rhamnus alatinus. +
— frangula.
Rhus cottinus.
— typhina.
Robinia hispida.
— pseudo-accacia.
— viscosa.
Sassafras officinale.
Sequoia gigantea. +
— sempervirens. +
Sophora Japonica.
Stauntonia hexaphylla. +
Stephanandra flexuosa.
Styrax grandifolia.
— serrulata.
Symphoricarpus occidentalis.
— racemosus.
— vulgaris.
Syringa emodi.
— Japonica.
— vulgaris.
Tamarix Gallica. +
Ulex Europeus. +
— nanus. +
Ulmus campestris.
Xanthoceras sorbifolia.

Aristolochia sipho.
Calluna vulgaris.
Ceanothus Americanus.
— dentalus.
— floribundus. +
— Veitchii. +
Cladrastris amaruensis.
Evonymus Americanus.
— atropurpureus.
— Europeus.
— Japonicus. +
Genista Anglica. +
— pilosa.
— tinctoria. +
Hibiscus Syriacus.
Hypericum calicynum. +
— elatum.
Hypericum hircinum.
— kalmianum.
— patulum. +
Idesia polycarpa.
Kerria Japonica.
Laurocerasus cerasus. +
Lavandula vera.
Leiophyllum buxifolium +
Neillia apulifolia.
Nutallia cerasiformis.
Ononis fructicosa.
Rosa canina.
— repens.
— rubiginosa.
— spinossisimma.
— tomentosa.
Rosmarinus officinalis. +

Rubus fructicosus.
Ruscus aculeatus. +
— racemosus.
Smilax aspera. +
— rotundifolia. +
Spartium junceum.
Spirea bella.
— Cantoniensis.
— discolor.
— lævigata.
— salicifolia.
Staphylea colchica.
— pinata.
Viburnum dentatum.
— opulus.
— plicatum.
Xanthorriza apiifolia.
Yucca alœfolia. +
— augustifolia. +
— filamentosa. +
— gloriosa. +

Castanea sativa.
Cerasus avium.
— depressa.
— mahaleb.
— padus.
Coryllus avellana.
Diospyros Virginiana. +
Juglans cinerea.
— nigra.
— regia.
Malus spectabilis.
— toringo.
Morus alba.
— nigra.
— rubra.
Pirus arbutifolia.
— arya.
— aucuparia.
— baccata.
— communis.
— coronaria.
— domestica.
— floribunda.
Ribes aureum.
— floridum.
— gracile.
— grossularia.
— rubrum.
— sanguineum.
— speciosum.

TERRAINS ARGILEUX

Ces sols contiennent au minimum 25 à 40 0/0 d'argile. Leur caractère distinctif est l'imperméabilité ; ils sont particulièrement soumis aux phénomènes de retrait et forment avec l'eau une bouillie s'éclaircissant lentement, difficile à filtrer. Plus ces

sols contiennent d'argile, plus ils sont compacts, humides et difficiles à cultiver. L'addition d'humus rend ces terres plus maniables, moins doués de cohésion. La décomposition des fumiers y est très lente et en général irrégulière; les fumures organiques y doivent être très fortes à de longs intervalles. Ces sols ont la qualité de retenir une quantité d'eau considérable et de l'abandonner lentement à l'évaporation spontanée; ils sont en outre susceptibles de fournir aux plantes des quantités considérables de silice et de potasse mais l'aération y est difficile; et ils se prêtent mal aux opérations culturales, ils sont froids en automne, en hiver et au printemps, sont surtout avantageux dans les régions où la saison chaude est courte et brûlante. Ils manquent en général de chaux et d'acide phosphorique. Pour les améliorer rapidement il faut d'une manière générale les drainer, y faire de très abondantes fumures organiques et les marner, puis les chauler. Un vieux proverbe bien justifié dit que dans ces sols « labour vaut fumure ».

Terrains primitifs. — Dans ces formations, les terrains argileux proviennent de la désagrégation des feldspaths. On y trouve un mélange, en proportions variables, de quartz et de mica plus ou moins attaqué. Leur caractère général est d'être pauvres en chaux et en acide phosphorique.

Le plateau central nous fournit un grand nombre d'exemples de sols argileux; dans le Limousin les dépôts sédimentaires sont parfois fort épais. Ces terres sont profondes et retenant bien l'eau, fraîches en été; la pratique des irrigations a permis d'y établir des prairies naturelles très productives. On en voit

aussi dans le Morvan, la Creuse, la Corrèze et la Haute-Vienne. La culture des Légumineuses fourragères a pris depuis l'établissement de réseaux de chemins de fer, qui amènent à bas prix des amendements calcaires, une extension considérable et la valeur du sol a singulièrement été surélevée en peu d'années.

Les sols argileux primitifs abondent dans la Nièvre et dans la Vienne ; sur les confins des formations granitiques bretonnes nous retrouvons aussi l'argile.

Toute la région du Bocage Vendéen a été énormément améliorée par des drainages entendus et de fortes incorporations d'amendements calcaires. Dans la Gâtine et sur la rive droite de la Sèvre-Nantaise les terres argileuses primitives dominent. L'amphibole, roche particulière, à cette région a surtout servi comme amendement calcaire.

On voyait autrefois dans ces pays des forêts épaisses de hêtres, chênes, ormes et des sous-bois de houx. Actuellement sur les bords des chemins creux caractéristiques de ces régions, croissent en abondance les ronces et les aubépines.

Une partie de la zone fertile connue sous le nom de « Ceinture dorée de la Bretagne » est argileuse. Dans certains endroits, on y a établi des cultures maraîchères aujourd'hui prospères, presque exclusivement fumées avec des goémons et amendées par des calcaires coquilliers marins.

Les terrains primitifs n'ont presque pas formé de sols argileux dans les Vosges. Si nous passons à la période dite : de transition, nous nous trouvons en présence de nombreuses terres argileuses provenant de la désagrégation des schistes. Ces roches elles-mêmes ne sont en somme, que des argiles ayant subi

l'action de la chaleur. Les sols ainsi formés ont la propriété de former avec l'eau une pâte fluide où se trouvent de minces plaques de roche silicatée plus difficilement désagrégeable. A la suite des pluies, l'eau séjourne longtemps sur ces terres. Une grande partie des Landes Bretonnes ont leur sol argilo-schisteux, elles sont occupées par des Carex, des Ajoncs et des Bruyères. Ces terres manquent surtout de chaux et d'acide phosphorique ; mais, il y a peu d'avantage à les améliorer au point de vue chimique ; car leurs propriétés physiques sont détestables. Un seul procédé, toutefois coûteux, pourrait être préconisé ; il faut défoncer la terre le plus profondément possible, quelquefois à la mine et incorporer une grande quantité de sable coquillier calcaire. Les faluns conviennent particulièrement bien.

Dans ce cas, on a pu voir réussir en certains points des cultures sarclées et des prairies de Graminées peu exigeantes.

Une partie des terres de l'Anjou est argileuse ; elles ont une provenance à peu près identique aux précédentes ; mais en général, les éléments sont plus fins et ces sols de beaucoup améliorés par une longue culture et des amendements, prennent une valeur de plus en plus grande. Il en est de même dans la presqu'île du Cotentin, où les terres argilo-schisteuses ont été énormément améliorées par de fréquentes incorporations de calcaires coquilliers marins et des fumures de goémons ; les prairies y sont devenues riches et renferment naturellement beaucoup de Légumineuses.

Nous trouvons une vaste région argileuse dans le Nord-Est de la France, elle y forme un plateau nettement délimité, les sols de ce pays forment des

masses peu épaisses, moins compactes que celles que nous avons eu l'occasion d'examiner; elles sont également mélangées de lamelles rocheuses et reposent sur un sous-sol imperméable.

Dans ces mauvaises conditions, la végétation n'est pas luxuriante, et c'est l'exploitation sylvicole qui domine; on y voit des chênes, des hêtres et des bouleaux, mais ces arbres y sont chétifs. Il manque toujours de la chaux et de l'acide phosphorique. Les eaux qui ne trouvent aucun écoulement dans cette région forment de nombreux marais sur les plateaux et il n'est possible d'obtenir de maigres récoltes de seigle sur les défriches qu'à condition d'incorporer de fortes quantités de charrées (cendres de bois) et de chaux.

Avant la période de l'Eocène on ne trouve pas d'importantes formations argileuses. C'est à cette époque que se rattachent les argiles plastiques. Au point de vue de la culture elles ont donné naissance à des terrains qui ne présentent que des défauts.

Ces terres ont en général une faible épaisseur et sont aussi nuisibles comme sous-sol que comme sol. On peut aisément le constater à Vaugirard près Paris, dans les environs de Melun et dans les environs de Chartres.

L'argile à silex est assez abondante dans les environs de Paris, les rognons de silex qui y sont mélangés sont à cassure conchoïdale. Ces terres ont une cohésion très grande et les opérations culturales y sont très difficiles. Dans de nombreux cas toutefois, on les a utilisés avantageusement pour la création de vergers de pommiers.

On trouve aussi des terres argileuses en Sologne; elles coupent la large zone siliceuse et sont aussi

pauvres en chaux et en acide phosphorique, elles ont en outre l'inconvénient d'être toujours humides. Cependant, leur composition chimique les rend plus facilement améliorables que les sols siliceux. La région des Dombes de la Bresse, au nord-est de Lyon, est très argileuse. Ce qui a souvent été désigné sous le nom de béton des Dombes est un véritable conglomérat d'argile et d'oxyde de fer. C'est un pays de marais ; les champs sont des lacs de boue l'hiver et des blocs de brique en été.

C'est là qu'était anciennement pratiqué ce curieux assolement qui posait pour principe de submerger le sol pendant quelques années, puis de le dessécher et le remettre en culture et ainsi de suite. On récoltait alternativement des poissons et du seigle.

Les terres argileuses du Comtat Venaissin (Vaucluse), bien cultivées, régulièrement et abondamment fumées ; maintenues pendant des siècles dans un grand état de fertilité avaient une grande réputation au temps où la culture de la garance était rémunératrice. La découverte de nouveaux procédés de teinture a fait presque entièrement cesser cette production et les terres ont été transformées en belles prairies artificielles.

Le limon du Rhône a constitué dans certaines parties de la Camargue des terres argileuses. Ces sols qui reposent sur des caillasses siliceuses sont assez fertiles, et pourraient servir pour la plantation de vignes. Mais souvent ils sont trop salés, un dessalage méthodique serait donc la première opération à y entreprendre.

Voyons donc les moyens d'améliorer ces sols argileux si souvent mal doués.

L'incorporation de fumier de ferme y produit les meilleurs résultats ; un vieil adage dit : qu'il dompte et assouplit les terres fortes. Nous avons déjà eu l'occasion de voir que l'humus modifiait la cohésion de l'argile. Dans ces terres il faut apporter de très fortes quantités de fumier aussi pailleux que possible. N'en donner qu'à de longs intervalles et ne pas les enterrer profondément pour que leur nitrification soit possible. L'engrais humain doit y être employé à de très petites doses et liquide ; en hiver de préférence. Ne pas oublier à cet égard que la nitrification marche mal dans les sols argileux.

Nous pourrons répéter la même chose au sujet de l'épandage des eaux d'égout et des eaux résiduaires industrielles. Les engrais verts, même enrobés de chaux, ne semblent pas donner de résultats encourageants dans les terrains argileux, pas plus du reste que les différents tourteaux et les autres engrais végétaux. Les écumes de défécation de sucrerie, qui contiennent beaucoup de chaux, peuvent y être utiles.

Il en est de même du nitrate de soude qui peut être ajouté aux terres fortes en assez grande quantité, sans que l'on puisse craindre une déperdition rapide. Au point de vue du sulfate d'ammoniaque, si la terre argileuse contient un peu de calcaire, son emploi est avantageux, ces sols ayant la propriété d'absorber les sels ammoniacaux. Il ne faut pas perdre de vue que cette incorporation devient une source de déperdition de calcaire, ce qui peut désavantageusement modifier les propriétés physiques de ce sol déjà mal doué. Nous ne croyons pas utile d'ajouter des engrais organiques azotés, ceux-ci nitrifiant très lentement peuvent devenir dans ces conditions des foyers de putréfaction.

On a pu voir que les terres argileuses manquent en général d'acide phosphorique. Sous quelle forme doit-il être incorporé. Le phosphate de chaux naturel s'y désagrège lentement et forme des combinaisons peu solubles avec l'argile et l'oxyde de fer ; cependant il améliore les propriétés physiques de la terre argileuse en diminuant la cohésion. Il nous semble avantageux de conseiller pour ces sols l'emploi des scories basiques de déphosphoration, qui améliorent les propriétés physiques et en même temps apportent de la chaux.

Dans tous les cas où un sol argileux ne contient que peu de calcaire, ne pas recourir aux superphosphates ; mais de préférence aux phosphates d'os et aux phosphates précipités qui y donnent de bons résultats. En petite culture, il pourra être avantageux d'ajouter du phosphate d'ammoniaque ou du phosphate ammoniaco-magnésien.

Dans les pages précédentes, on a pu voir que les sols argileux étaient de beaucoup améliorés par un apport de chaux. Pour arriver à modifier les propriétés physiques il faut en incorporer jusqu'à 3 à 4 0/0 et souvent des terres argileuses qui contiennent déjà 2 0/0 de calcaire sont encore améliorées par un chaulage ou un marnage. On peut le faire d'abord sous forme de chaux vive à dose d'une vingtaine d'hectolitres par hectare. On aura aussi grand avantage à marner à haute dose avec des marnes siliceuses ou comme nous l'avons déjà dit, en introduisant des faluns ou des calcaires coquilliers marins.

Le plâtre peut être employé avec succès sur les terres argileuses, il favorise la solubilisation de la potasse. Nous ne pensons pas utile d'ajouter du

sulfate de fer à ces sols argileux qui contiennent en général une assez forte proportion d'oxyde de fer.

Les engrais potassiques autres que le nitrate, le phosphate, le carbonate et le sulfate de potasse ne peuvent être conseillés pour l'amélioration des sols argileux. Ceux-ci contiennent déjà une quantité considérable de potasse engagée dans des combinaisons plus ou moins solubles qui souvent, sont suffisantes pour répondre à tous les besoins des plantes.

Voici les végétaux qui peuvent croître dans les sols où l'argile domine.

TERRAINS ARGILEUX

ARBRES ET ARBRISSEAUX

Abies nobilis. +
— Nordmaniana. +
— pectinata. +
Acer campestre.
— dasycarpum.
— platanoides.
— pseudo platanus.
— Tartaricum.
Æsculus hippocastaneum.
Ailanthus glandulosus.
Alnus cordata.
— glutinosus.
Betula alba.
Buddleia globosa.
Buxus Balearica. +
— sempervirens. +
Caragana arborescens.
Carpinus Americana.
— betula.
Carya alba.
— amara.
Catalpa bignonioides.
Cerasus lauracerasus. +
— avium.
— mahaleb.
Cercis siliquastrum.
Chamæcyparis Lawsoniana. +
Cornus mas.
— sanguinea.
Cratægus coccinea.
— cordata.
— crux galli.
— Douglasii.

Cratægus oxyacantha.
Fagus ferruginea.
— sylvatica.
Fraxinus Americana.
— excelsa.
— ornus.
Garrya elliptica. +
Gleditschia sinensis.
— triacanthos.
Gymnocladus Canadensis.
Hamamelis arborea.
— Japonica.
Ilex aquifolium.
— cornuta.
Jasminum nudiflorum.
Kœlreutheria paniculata.
Laburnum Adamii.
— vulgare.
Larix Europens.
Magnolia acuminata.
— grandiflora.
— umbrella.
Morus alba.
— rubra.
Negundo aceroïdes.
Picea Alcoquiana. +
— excelsa. +
— nigra. +
— orientalis. +
Pinus Austriaca. +
— excelsa. +
— insignis. +
— laricio. +
— mughus. +
— pinaster. +
— sylvestris. +
Platanus occidentalis.
— orientalis.
Populus alba.
— monolifera.
Quercus ballota.
— ilex.
— pedunculata.
— suber.
— Toza.
Ribes alpinum.
Robina pseudo accacia.
Salix alba.
— fragilis.
— pentendra.
— purpurea.
Sambucus nigra.
— racemosa.
Sequoia gigantea. +
Tamarix gallica.
Taxus baccata. +
Thuya occidentalis. +
— orientalis. +
Thuyopsis dolabrata. +
Tilia argentea.
— cordata.
— vulgaris.
Torreya taxifolia.
Tsuga Canadensis. +
Ulmus Americana.
— montana.
Viburnum lantana.
— opulus.
Xanthoceras sorbifolia.
Yucca filamentosa.
— gloriosa.

PLANTES DIVERSES

Amelanchier Canadensis.
Amorpha fructicosa.
Ampelopsis tricuspidata.
Aucuba Japonica. +
Berberis aquifolium. +
— Darwinii. +
— vulgaris. +
Calycanthus floridus.
Caragana altagana.
Chamæcyparis erycoïdes +
Cladrastris amurensis.
Clematis flammula.
— Jackmanii.
Colutea arborescens.
— cruenta.
Cotoneaster buxifolia. +
— microphylla +
Cytisus albus. +
— biflorus.
— scoparius.
Deutzia crenata.
— gracilis.
Diervilla grandiflora.
— rosea.
Evonymus Americanus.
— Europeus.
— Japonicus.
Genista Hispanica. +
Genista radiata. +
— triangularis. +
Hedera helix. +
Hypericum calycinum. +
Juniperus communis. +
— sabina. +
Kerria Japonica.
Lavendula vera.
Leycesteria formosa.
Ligustrum Japonicum. +
— Sinense. +
— vulgare. +
Nemopanthes Canadense.
Osmanthus aquifolium.
Pavia albia.
— flava.
Philadelphus coronarius.
— Gordonianus.
Pyrus Japonica.
Rhamnus cottinus.
— glabra.
Rosa canina.
— rubiginosa.
Spartium junceum.
Spirea Lindleyana.
Syringa Emodi.
— vulgaris.

ARBRES FRUITIERS

Amygdalus communis.
Castanea sativa.
Cerasus.
Corylus avellana,
Juglans regia.
— nigra.

TERRAINS CALCAIRES

Quelques-uns peuvent contenir jusqu'à 90 0/0 de carbonate de chaux. Néanmoins, un sol peut présenter les propriétés d'une terre calcaire en ne contenant que 60 à 75 0/0 de carbonate. Au point de vue physique, on peut trouver dans les sols calcaires des exemples de tous les différents aspects; rocheux, pierreux ou sableux. Ce sont des terres perméables en général, non susceptibles de retenir et d'absorber les eaux pluviales; la capillarité peut y être active. Arides, brûlantes et sèches en été, elles sont boueuses et froides en hiver, absorbent mal les rayons caloriques, sont souvent mobiles, poussiéreuses et peu agréables à cultiver.

Au point de vue chimique, elles sont généralement pauvres en azote et en potasse; l'acide phosphorique et la magnésie y font parfois défaut. Ce sont des sols qui peuvent être améliorés surtout par des fumures organiques répétées, des apports de sels potassiques et des superphosphates.

Terrains calcaires rocheux. — On ne trouve pas de sols calcaires rocheux importants, avant l'étage du Lias qui fournit les roches calcaires bleuâtres et bon nombre de terrains argilo-calcaires. La formation Majocienne affleure à Alise-Sainte-Reine (Alésia) et a donné naissance à des sols difficilement cultivables, parsemés de blocs rocheux. On ne peut y constater qu'une maigre végétation de Graminées; dans les fissures des roches se glissent les racines

de Chênes et de Hêtres. On a pu réussir sur des terrains identiques des plantations de Pins noirs d'Autriche et de Pins sylvestres dans les environs de Langres. Les sols calcaires rocheux de la Haute-Marne, qui, en grande partie appartiennent à l'étage Bathonien, se caractérisent par la présence du buis et du Cerasus Mahaleb.

Sur ces mêmes terres se voient dans la Meuse de maigres forêts de Chênes pédonculés qui sont presque tous couronnés avant d'avoir atteint leur entier développement.

Le Jura nous présente d'immenses collines ; énormes masses de calcaires appartenant à l'étage Corallien.

Dans les parties basses l'agriculture a soumis les quelques terres à éléments fins à la culture arable ; on y voit quelques céréales et parfois du Maïs, les petites Légumineuses y abondent. Sur les pentes les Epicea et les Hêtres croissent dans les parties un peu humides.

Les roches calcaires Jurassiques du sud de la France ont un aspect général grisâtre ; on y cultivait autrefois la Vigne avec succès de même que dans le Lot et dans l'Aveyron ; mais malheureusement aujourd'hui les Thyms et les Lavandes garnissent seuls les champs désolés. Les calcaires rocheux de la Lozère, des gorges du Tarn, des environs de Montpellier et de la région des garrigues sont presque infertiles.

Terrains calcaires caillouteux. — Ils sont abondants dans beaucoup de parties de la France, et portent le nom générique de Champagnes. Ces terres manquent surtout de matières organiques et de po-

tasse et peuvent être heureusement modifiées par une agriculture entendue. Nous citerons la champagne du Berry et les plaines calcaires de la Marne. Sur beaucoup de points, la culture du seigle a disparu faisant place à celle du blé. Quand l'eau ne manque pas, on peut y établir avec succès des prairies de Trèfle mélangées d'Anthyllide vulnéraire.

Dans une partie de la Haute-Marne, la culture de terres de cette nature est très difficile. On en trouve encore des exemples dans les Charentes; les anciens cépages qui pouvaient croître dans ces sols produisaient les cognacs les plus renommés, mais malheureusement ils ont presque complètement disparu depuis les attaques du phylloxéra.

Terrains calcaires graveleux et sableux. — Ils sont en général meubles, assez perméables et relativement faciles à cultiver. Cependant, ils se dessèchent très rapidement en été et forment après les grandes pluies des boues gluantes.

Sous n'importe quelle forme, il est toujours avantageux d'y incorporer de l'humus et très souvent aussi de la potasse.

Dans les formations Jurassiques, nous trouvons une partie de la champagne du Berri. Les terres y sont parfois très épaisses et assez bonnes en général; les luzernières y sont prospères et la végétation fort belle.

Sur l'Oolithe repose presque complètement la plaine de Caen, si remarquable par ses prairies artificielles; on y récolte en abondance le Trèfle, le Sainfoin et la Luzerne. On peut trouver en France du reste dans un grand nombre d'étages géologiques des formations calcaires sableuses, on peut y joindre

les amas coquilliers marins fossiles, les faluns communs en Touraine et à Grignon (Seine-et-Oise). Nous indiquerons quels sont les moyens d'améliorer ces terres ; elles ne sont souvent utilisables qu'au point de vue sylvicole. Pour l'horticulture proprement dite, elles sont peu agréables à rencontrer quoique leur amélioration soit possible, mais en général lente et coûteuse.

A titre d'exemple voici des analyses de sols calcaires des environs de Vitry (Seine) que nous devons à l'obligeance de M. Camille Defresne.

	NONE D'AVOYE	PLAINE DE VITRY
Calcaire.	220,00 0/00	360,00 0/00
Azote.	0,20	0,51
Acide phosphorique.	0,56	1,06
Potasse.	1,42	»
Magnésie	0,90	0,00

L'apport de fumier est en général très avantageux sur les terres calcaires. Plus elles contiennent de carbonate de chaux ; moins la fumure doit être considérable, mais par contre, plus elle y doit être fréquente. On doit se rendre compte que les matières organiques azotées nitrifient rapidement dans ces sols ; pour ne pas perdre inutilement une partie de l'azote solubilisé, il importe donc de donner fréquemment et seulement de petites quantités de fumier à la terre. L'engrais flamand et les poudrettes donnent sur les sols calcaires de magnifiques résultats ; on peut dire que d'une manière générale tous les engrais organiques, gadoues, engrais verts, tourteaux, et les divers résidus industriels, déchets de laine, cuir, corne, s'y décomposent rapidement ;

restituant rapidement leurs éléments utiles au sol. Ils sont donc plus avantageux à employer comme source d'azote que le nitrate de soude. Il ne semble pas rationnel d'y employer de sulfate d'ammoniaque, il se forme du carbonate d'ammoniaque qui est mal retenu par les propriétés absorbantes de ces sols et dont une certaine quantité se trouve ainsi perdue.

En résumé, au point de vue des engrais azotés, incorporer de préférence des matières organiques azotées à décomposition lente.

Nous avons vu que les terres calcaires renferment souvent une quantité insuffisante d'acide phosphorique. Quand l'analyse y indique une proportion trop faible de ce corps, on a grand avantage a en ajouter sous forme de superphosphates ou de phosphates précipités.

La potasse manque presque toujours dans les terres calcaires; il faut toujours choisir comme engrais dans ce cas le composé potassique qui fournisse cet élément au prix le plus bas; généralement c'est le chlorure de potassium. Le sulfate de potasse donne quand la terre manque d'acide sulfurique de merveilleux résultats, mais il ne faudra jamais recourir au carbonate ni au nitrate de potasse composés trop coûteux.

Il ne faut jamais marner, ni chauler les sols calcaires et le plâtrage y donne généralement des résultats médiocres et même nuls.

On a attribué au sulfate de fer de bons effets dans les terrains calcaires; il semble probable que ce résultat est plutôt dù à la présence et à la formation de sulfate de chaux qu'à l'action réelle de l'oxyde de fer qui se forme dans ces conditions.

Voici les plantes qui peuvent croître dans les terres où le calcaire domine.

Abies bracteata. +
— magnifica.
— nobilis.
— Nordmaniana.
— pectinata.
— pinsapo.
Acer campestre.
— dasycarpum.
— Pennsylvanicum.
— platanoides.
— pseudo platannus.
— rubrum.
— saccharinum.
— Tartaricum.
Æsculus Hippocastaneum.
Ailanthus glandulosus.
Alnus glutinosus.
Amelanchier Canadensis.
Amorpha fructicosa.
Ampelopsis tricuspidata.
Amygdalus communis.
Berberis aquifolium.
— aristata.
— Darwinii.
— vulgaris.
Betula alba.
Buddleia globosa.
Bupleureum fructescens.
Buxus sempervirens.
Calycanthus floridus.
Caragana altagana.
— arborescens.
— chamlagu.
— spinosa.
Castanea sativa.
Catalpa bignonioides.
Ceanothus Americanus.
— azureus.
— dentatus.
— floridus.
— Veitchii.
Cedrus Atlantica.
— deodora.
Cerasus avium.
— laurocerasus.
— lusitanica.
— mahaleb.
— padus.
Cercis siliquastrum.
Chamæcyparis ericoides.
— Lawsoniana
— nutkænsis.
Cistus ladaniferus.
— laurifolius.
— villosus.
Clematis flammula.
— Jackmanii.
— vitalba.
Colutea arborescens.
Cornus mas.
— sanguinea.
— stolonifera.
Corylus avellana.
Cotoneaster buxifolia.
— microphylla.
— rotundifolia.
— simonsii.
Cratægus oxyacantha.

Cratægus coccinea.
— cordata.
— Crux-Gallii.
— Douglasii.
— pyracantha.
Cupressus macrocarpa.
Cytisus albus.
— biflorus.
— purpureus.
— procumbens.
— scoparius.
— sessilifolius.
Deutzia crenata.
— gracilis.
Diervilla grandiflora.
— rosea.
Dimorphantus Mandschuricus.
Escalonia macrantha.
— phillipiana.
— rubra.
Evonymus Americanus.
— Europeus.
— Japonicus.
Fagus ferruginea.
— sylvatica.
Fraxinus Americana.
— excelsior.
— ornus.
— oxyphylla.
Garya elliptica.
Genista ætnensis.
— Hispanica.
— radiata.
— trangularis.
Ginkgo biloba.
Gleditschia Sinensis.
Gleditschia triacanthos.
Halimodendron argenteum
Hamamelis arborea.
— Japonica.
— virginica.
Hedera Helix.
Hypericum calycinum.
Ilex aquifolium.
— cornuta.
— opaca.
Jasminum nudiflorum.
— officinale.
Junglans cinerea.
— nigra.
— regia.
Juniperus Sinensis.
— communis.
— sabina.
— Virginiana.
Kerria Japonica.
Kœlreuteria paniculata.
Larix Europeus.
— leptolepis.
Leicesteria formosa.
Ligustrum Japonicum.
— lucidum.
— Sinense.
— vulgare.
Lonicera caprifolium.
— flexuosa.
— periclymenum.
— sempervirens.
Magnolia acuminata.
— conspicua.
— glauca.
— grandiflora.
— macrophylla.

Magnolia umbrella.
Morus alba.
— rubra.
Myricaria Germanica.
Negundo aceroïdes.
Pavia alba.
— Californica.
— flava.
Philadelphus coronarius.
— Gordonianus.
— grandiflorus.
Phillyrea latifolia.
Phlomis fructicosa.
Picea excelsa.
— orientalis.
Pinus Austriaca.
— excelsa.
— insignis.
— laricio.
— mughus.
— pinaster.
— ponderosa.
— sylvestris.
Populus alba.
— balsamifera.
— monilifera.
Prunus spinosa.
Pyrus arya.
— aucuparia.
— Japonica.
— spectabilis.
— terminalis.
Quercus ballota.
— æsculus.
— ilex.
— macrocarpa.
— pedonculata.
Quercus suber.
— toza.
Rhamnus catharticus.
— frangula.
Rhus cotinus.
— glabra.
— typhina.
Ribes alpinum.
— aureum.
— sanguineum.
Robinia pseudo accacia.
Rosa canina.
— rubiginosa.
— tomentosa.
Salix alba.
— daphnoïdes.
— fragilis.
— purpurea.
— criandra.
Sequoia gigantea.
Spartium junceum.
Spirea bella.
— discolor.
Syringa emodii.
— vulgare.
Tamarix Gallica.
Taxus baccata.
Tecoma radicans.
Thuya Occidentalis.
— Orientalis.
— Tartarica.
Thuyopsis dolabrata.
Tilia platyphylla.
— argentea.
— cordata.
Torreya taxifolia.
Tsuga Canadensis.

Ulmus Americana.
— glabra.
Viburnum lantana.
— opulus.
Viburnum tinus.
Yucca filamentosa.
— gloriosa.

TERRAINS HUMIFÈRES

On peut diviser les terrains humifères en deux grandes catégories : 1° les terres humifères saines, 2° les terres tourbeuses.

Au point de vue physique comme au point de vue chimique ; elles ne présentent à vrai dire que les caractères de l'humus ; sur les propriétés duquel nous avons déjà longuement insisté dans un chapitre précédent, nous ne nous y attarderons donc pas.

Les terres humifères saines se forment en général sur des sols siliceux à éléments plus ou moins fins ; mais où l'écoulement des eaux est toujours facile et rapide. On peut en citer des exemples sur des terres granitiques, quelquefois sur des terres schisteuses et même calcaires pierreuses, ayant des sous-sols perméables ou en pente. Ces sols humifères ont un aspect qui varie suivant la nature des plantes dont les débris concourent à leur formation.

Sur une terre siliceuse à éléments très fins les débris et les racines d'Ericacées produisent la terre de bruyère, masse assez compacte. Dans la même condition les aiguilles, feuilles de Pins et de Sapins produisent un terreau n'ayant aucunement le même aspect et les essences à feuilles caduques fournissent encore une terre humifère différente. Nous aurons plus loin, au moment de l'étude des terres de bruyère ; l'occasion de nous étendre plus longue-

ment sur cette question. Il suffit de dire que ces sols sont très perméables et d'une couleur brune accentuée; on y constate naturellement une belle végétation de Carex, de Graminées, d'Agrostis, de Fétuques et d'Eriacées. Dans les parties dénudées et arides croissent des Ulex Europeus et dans les endroits humides des Prêles, Airelles et Épilobes.

Les terres de landes appartiennent à cette catégorie; elles renferment parfois une très forte proportion d'humus. Leur caractère général est leur pauvreté en chaux et en acide phosphorique; on peut les définir sous le terme de terrains Silico-humifères. Quand elles forment une couche un peu épaisse, elles sont avantageusement améliorables. Quand on dispose d'eaux un peu calcaires on peut les transformer en prairies irriguées de Graminées.

L'apport de calcaire (surtout de marne), de sables coquilliers ou de calcaires marins avec des phosphates naturels permet d'y cultiver des Pommes de terre, puis des céréales et on peut même arriver à y constituer des sols très fertiles.

Nous possédons en France des étendues considérables de ces terres riches en humus, par conséquent en azote organique et qui sont actuellement peu ou pas du tout fertiles. Dans le Morbihan et dans tous les départements de l'Auvergne, on pourrait en citer des exemples; voici une analyse d'une terre humifère des landes de la Corrèze, Puy-Chanon, Sainte-Victoire, canton de Bort :

Azote total.	4,55 0/00
Chaux.	1,04
Acide phosphorique	0,91
Silice	794,94
Humus	132,62

Ces sols manquent de chaux et d'acide phosphorique. Les marnages y sont avantageux.

Une autre terre prise sur un champ en longue jachère après défrichement sur un sol sableux à Rambouillet (Seine-et-Oise) avait la composition suivante :

Azote total	7,20 0/00
Acide phosphorique	0,30
Potasse	7,00
Chaux	1,70

Ce sol a été transformé en jardin maraîcher, il est extrêmement perméable et on a eu un grand avantage à le marner à forte dose et à y incorporer des scories de phosphoration.

Ces deux exemples montrent que l'amélioration de ces terres est très facile. Il nous est impossible à propos des terres humifères saines de ne pas parler des Tchernoizem, les fameuses terres noires de la Russie méridionale qui forment là des steppes immenses. Leur composition varie peu et nous en donnons un exemple.

STEPPES DE VILIKOANODOKIL

Azote total	4,50 0/00
Humus	84,60
Silice	633,84
Acide phosphorique	1,00

Matières solubles dans l'acide chlorhydrique

Silice	165,0 0/00
Alumine	63,3
Oxyde de fer	49,8
— de manganèse	2,3
Chaux	20,8
Magnésie	16,1
Potasse	7,3

Dans ces sols, la chaux et la magnésie sont à l'état de combinaisons humiques et la plus grande partie de la potasse est sous forme de silicate d'alumine et de potasse. La difficulté de l'amélioration de ces terres est l'apport peu aisé de marnes calcaires ou de chaux; corps rares dans ces régions qui par contre sont riches en phosphates naturels.

Terres humifères tourbeuses. — Les sols tourbeux sont toujours humides, peu perméables; ils résultent de la décomposition des matières végétales à l'abri du contact de l'air, décomposition causée par des fermentations anaérobies. Certains tissus ou organes végétaux, en particulier ceux qui renferment du tanin, semblent réfractaires cependant à cette décomposition.

Le caractère des terres tourbeuses, qui le plus souvent sont de véritables tourbes en voie de formation, est leur homogénéité, leur compacité. Nous avons vu qu'elles sont peu perméables, facilement susceptible de retrait et d'une grande capacité calorifique. Le plus souvent elles résultent de la décomposition des Mousses, Sphaignes, Prêles, Airelles et Épilobes.

On cite un certain nombre d'exemples de cultures prospères sur des sols de cette nature. Il est d'abord avantageux de les remuer beaucoup par une suite de travaux culturaux pour les ameublir et les rendre plus perméables. Les sablages et l'introduction de cailloux siliceux produisent à cet égard de bons effets. L'horticulture seule a pu tirer un parti avantageux de ces terres. Tous les jardiniers ont entendu parler des merveilleux résultats obtenus dans les tourbes des hortillonages d'Amiens.

L'abondance d'eau, un travail continu et des fumures soignées les ont fait obtenir. En consultant l'analyse des tourbes des hortillonages due à M. Nantier, on constate qu'elles sont d'une excessive richesse en azote organique, bien pourvues de chaux et d'acide phosphorique, ce qui montre à coup sûr que ces sols ont été énormément améliorés par la culture. A titre de comparaison, une tourbe de mousse ne contenait pour 1000 que 0,90 d'acide phosphorique et 0,80 de potasse.

TOURBE DES HORTILLONAGES D'AMIENS

Particules au-dessus de 1 millimètre. .	340 0/00
— au-dessous de 1 millimètre .	660

Terre grossière .	340	Terre fine. .	660
Cailloux	0,0 0/00		0,0 0/00
Humus.	210,0		321,0
Calcaire	90,0		282,5
Sable.	40,0		351,5

Azote.	8,42
Potasse.	1,90
Acide phosphorique. .	1,51

On peut citer de magnifiques houblonnières établies sur des sols tourbeux dans les environs de Hagueneau.

Dans certaines régions de la France, les horticulteurs qui ne peuvent facilement se procurer de bonne terre de bruyère, ou à un prix trop élevé, utilisent des terres humifères tourbeuses et les mélangent à des sables d'alluvion pour les rendre plus perméables.

Dans ces cas, il y a toujours avantage à y incorporer des phosphates fossiles et de la potasse. En Allemagne et en particulier à Dresde, les terres dans

lesquelles on cultive les Azalea et les Rhododendron sont fabriquées à peu près de la même façon.

Terres humifères argileuses. — Elles se rencontrent assez fréquemment, et proviennent de l'accumulation de matières végétales sur un terrain argileux ou argilo-siliceux. Nous avons déjà eu l'occasion de voir que l'humus incorporé dans l'argile rend celle-ci moins plastique; plus facile à travailler et plus perméable. Cependant, au point de vue général, les terres humifères argileuses sont trop compactes, très peu perméables à l'air et à l'eau et subissent fortement les phénomènes de retrait. Elles manquent toujours de chaux, de magnésie et d'acide phosphorique. Pour les améliorer, il faut les drainer, les sabler si possible, puis les marner et leur incorporer des phosphates naturels ou mieux encore des scories de déphosphoration.

Sur des sols similaires heureusement améliorés, on pourrait citer de nombreux exemples de culture maraîchères actuellement très prospères.

Les asperges, les céleris, les cardons, les cerfeuils, les chicorées, les concombres, les épinards, toutes les salades en général et les pommes de terre y croissent à merveille.

Au point de vue des matières fertilisantes dont l'apport peut être avantageux sur les terrains humifères, en général; nous ne croyons pas utile de recommander le fumier de ferme.

Il ne semble pas rationnel de fournir à de pareilles terres, des composés organiques azotés qui ne pourraient y nitrifier. Il en est tout autrement du terreau riche en carbonates alcalins qui favorise au contraire

la nitrification et apporte en outre une quantité très importante d'éléments utiles aux plantes.

Nous ne pensons pas non plus, que les matières fécales y puissent être employées avec grand avantage ; on accumule ainsi une quantité de matières colloïdales qui bouchent les pores du sol, le rendent encore moins perméable et peuvent même dans certains cas amener une putréfaction de la terre.

Ces apports de matières azotées peuvent être au contraire des plus avantageux après un marnage ou un chaulage. Dans quelques cas, à Gennevilliers, les eaux d'égout ont donné sur des sols humifères de bons résultats, surtout quand le sous-sol est extrêmement perméable.

Il faut éviter d'ajouter à ces sols riches en azote organique, de l'azote soluble, soit sous forme de nitrate de soude ou de sulfate d'ammoniaque, mais, s'arranger de manière à y rendre la nitrification possible et active ce qui est facile en les chaulant et en leur incorporant par les procédés culturaux une certaine quantité de bonne terre franche. Dans le cas où un apport d'azote immédiat est nécessaire, on devra de préférence au sulfate d'ammoniaque choisir le nitrate de soude et l'appliquer à très petite dose seulement.

Pour l'acide phosphorique, prendre des phosphates fossiles naturels ; les scories de déphosphoration et les phosphates précipités donnent aussi de très bons résultats, mais il ne faut jamais avoir recours aux superphosphates. Dans le cas spécial de la floriculture de serres, éviter de se servir de phosphate de potasse et de phosphate de soude ; le phosphate d'ammoniaque et le phosphate ammoniaco-magnésien donnent d'excellents résultats.

Dans tous les cas où les plantes que l'on cultive ne sont pas calcifuges, il y a avantage à les marner ou à les chauler fortement ; le marnage est préférable au chaulage, et il faut choisir autant que possible des marnes siliceuses. Les calcaires coquilliers peuvent aussi être avantageusement employés. La magnésie manque habituellement dans ces sols ; les marnes magnésiennes et le phosphate ammoniaco-magnésien y donnent parfois d'intéressants résultats. Le plus souvent les engrais potassiques n'ont qu'une action médiocre, éviter toujours le chlorure et le sulfate, prendre de préférence le carbonate et le nitraté.

Nous croyons que le sulfate de fer ne peut en aucun cas donner de bons résultats dans une terre humifère.

Voici les plantes qui peuvent croître dans des terrains où l'humus domine.

Abies balsamea.
— grandis.
— nobilis.
— Nordmaniana.
— pectinata.
Acer pseudo platanus.
Alnus glutinosus.
Andromeda polifolia.
Arbutus Andrachne.
— Menziesii.
— unedo.
Arctostaphylos alpina.
— uva ursi.
Asimina triloba.
Azalea arborescens.
— calendulacea.
— hispida.
— ledifolia.
— nudiflora.
Azalea pontica.
— indica.
— amæna.
— viscosa.
Betula lutea.
Calluna vulgaris.
Calycanthus floridus.
— glaucus.
— lævigatus.
Cassandra angustifolia.
— calyculata.
Cassiope hypnoides.
Catalpa bignonioides.
Ceanothus Americanus.
— dentatus.
— floribundus.
— Veitchii.
Cephalanthus occidentalis.
Chamæcyparis Lawsoniana

Chamæcyparis nutkænsis.
— obtusa.
Chionanthus virginica.
Cladastris amurensis.
Clethra alnifolia.
— paniculata.
— tomentosa.
Colutea arborescens.
— cruenta.
Comptonia asplenifolia.
Corema alba.
Cornus florida.
Dabæcia polifolia.
Daphne Cneorum.
— gnidium.
— pontica.
Desfontainea spinosa.
Dirca palustris.
Empetrum nigrum.
Epigea repens.
Erica arborea.
— Australis.
— carnea.
— cinerea.
— codonodes.
— multiflora.
— scoparia.
— tetralix.
Euvonymus Americanus.
— atropurpureus
Euvonymus Europeus.
— japonicus.
Fothergilla alnifolia.
Gaultheria procumbens.
Gordonia lasianthus.
— pubescens.
Halesia hispida.
Halesia tetraptera.
Hedera helix.
Hydrangea arborescens.
Itea virginica.
Juniperus communis.
— recurva.
— sabina.
Kalmia angustifolia.
— latifolia.
Kerria Japonica.
Kœlreutheria paniculata.
Laburnum Adami
— alpinum.
— vulgare.
Laurus nobilis.
Ledum latifolium.
Leiophyllum buxifolium.
Leucothea racemosa.
Ligustrum Japonicum.
— lucidum.
— ovalæfolium.
Lindera Benzoin.
Lyonia ligustrina.
Magnolia conspicua.
— glauca.
— stellata.
Menispermum Canadense.
Menziesia ferruginea
Mespilus Germanica.
— Smithii.
Myrica Californica.
— cerifera.
Negundo aceroïdes.
Neillia opulifolia.
Nuttallia cerasiformis.
Olearia Haastii.
Ostrya carpinifolia.

Oxycoccos macrocarpus.
Periploca græca.
Pernettya furens.
— mucronata.
Philadelphus coronarius.
Phillyrea media.
— Vilmoriniana.
Phyllodoce taxifolia.
Picea Alcoquiana.
— excelsa.
— nigra.
— Orientalis.
— Smithiana.
Pinus Lamberthiana.
— laricio.
— sylvestris.
Polygala chamæbuxus.
Pyrus aucuparia.
Quercus alba.
— rubra.
Rhamnus frangula.
Rhododendron albiflorum.
— Catawbiense
— Caucasicum
— ciliatum.
— dahuricum.
— ferrugineum
— Fortunei.
— hirsutum.
— Ponticum.
Rhodora Canadensis.
Rhodothamnus chamæcistus.
Sambucus nigra.
— racemosa.
Sciadopitys verticillata.
Skimmia Japonica.
Skimmia laureola.
— rubella.
Solanum dulcamara.
Spartium junceum.
Spirea bella.
— Cantoniensis.
etc., etc.
Staphylea colchica.
— pinnata.
Stephanandras flexuosa.
Stuartia pentagyna.
Syringa emodi.
— Japonica.
— vulgaris.
Tamarix Gallica.
Taxus baccata.
— cuspidata.
Thuya gigantea.
— Occidentalis.
— Orientalis.
Thuyopsis dolabrata.
Ulex Europeus.
— nanus.
Vaccinium corymbosum.
— fosmosum.
— stamineum.
— vitis-idea.
Viburnum dentatum.
— dilatatum.
— lentago.
— macrocephalum.
— opulus.
— tinus.
Wistaria Chinensis.
— Japonica.
Xanthoceras sorbifolia.
Zenobia speciosa.

TERRAINS COMPOSITES

TERRAINS SILICO-ARGILEUX

Dans ces terres la silice est l'élément dominant, ses propriétés physiques sont très heureusement modifiées par la présence de l'argile. Ces sols sont plus compacts, susceptibles de retenir une plus grande quantité d'eau et moins pulvérulents que les terres siliceuses. Au point de vue de la fertilité, leur principal défaut est de manquer de chaux et aussi, souvent, d'acide phosphorique. Ce sont néanmoins dans le plus grand nombre des cas, des sols facilement cultivables; surtout quand ils sont profonds et susceptibles dans ce cas d'être amenés à un grand état de fertilité.

Terres silico-argileuses rocheuses. — Elles résultent dans les formations primitives de la désagrégation des feldspaths et du lavage des sédiments qui en proviennent.

On peut en voir de nombreux exemples dans les Vosges où beaucoup de forêts de sapins et de hêtres sont établies sur des sols de cette nature. On pourrait en rencontrer aussi dans la région Pyrénéenne. Ces terres ont souvent été utilisées pour la création de prairies irriguées.

Terres silico-argileuses pierreuses. — On voit dans les sols de cette nature des gros cailloux siliceux au milieu de masses argileuses. Ces terres, qui sont peu abondantes dans les formations primitives n'ont pas de propriétés physiques avantageuses.

Dans les terrains tertiaires de la Beauce, les cailloux sont moins volumineux, quelquefois même la silice y est pulvérulente est souvent colorée par de l'oxyde de fer. On aura toujours avantage à incorporer de la chaux et des phosphates dans ces terres. Les plaines des environs de Toulouse sont couvertes de belles luzernières, établies sur des sols caillouteux, les effets des chaulages et aussi des plâtrages y sont merveilleux.

Terres silico-argileuses sableuses. — On en trouve de très nombreux exemples dans les régions de formation primitive. Dans les zones granitiques, ce sont des terres parfois profondes, assez souvent cultivables et où l'apport de chaux et de phosphates rendent fructueuses les cultures de céréales et même celles de plantes sarclées. On y réussit facilement les plantations d'arbres et ces sols sont recherchés pour l'établissement de pépinières.

La formation du vieux Grès rouge Vosgien a produit de pareils sols, les terres de Raon et d'Erival contiennent 1,3 0/00 de chaux, 1,5 d'acide phosphorique, leur caractéristique est donc toujours la pauvreté en calcaire. Quand les marnages et les chaulages y sont possibles, les cultures mêmes les plus exigeantes, comme celles du Lin, y deviennent rémunératrices.

Dans le Grès bigarré du Trias, nous constatons la présence de terres dont les éléments ont une extrême ténuité ; elles sont perméables et subissent fortement le retrait. La chaux s'y trouve parfois en quantité notable, l'oxyde de fer presque toujours abondant. En général, la quantité d'acide phosphorique contenue est faible. Il y a dans ce cas souvent un

très grand intérêt à apporter soit des phosphates fossiles ou des scories de déphosphoration.

Voici la composition moyenne de ces sols :

Silice	690 à 850 0/00
Alumine	80 à 180
Oxyde de fer.	30 à 50
Chaux	34 à 63
Acide phosphorique.	0,3 à 0,6

Les terres silico-argileuses des environs de Laon appartiennent aux formations Tertiaires et ont été déposées par les eaux. Leur richesse moyenne en potasse et en acide phosphorique est suffisante, mais elles bénéficient de l'apport de calcaire.

Elles sont peu compactes, faciles à cultiver, susceptibles d'être très améliorées et de gros rendements; de même qu'un certain nombre de sols de même nature, abondants en Seine-et-Marne et en Seine-et-Oise et qui proviennent de dépôts beaucoup plus récents. Ce sont les marnages répétés et les fumures organiques qui les ont amenés à cet état de fertilité actuel, la culture des plantes sarclées s'y répand de plus en plus. Au point de vue horticole, elles sont particulièrement propres à la création de grandes cultures maraîchères; on y récolte en abondance l'Ail, l'Artichaut, les Carottes, les Choux de Bruxelles, les Épinards, les Fraisiers, les Pois, les Scorsonères, les Navets.

A Ferrières-en-Brie (Seine-et-Marne), on cultive les Pommes de terre (Desbordes) dans des terres silico-argileuses dont voici la composition :

Terre fine	996,0 0/00		
Cailloux calcaires.	4,0		
Sable	880,0	Calcaire. .	3,60 0/00
Humus argile . .	116,3		

Terre fine et sèche :

Azote	1,106 0/00
Acide phosphorique	0,747
Potasse	0,804
Chaux.	3,705

Les vergers sont beaux sur ces terrains ; plus le sol est siliceux, plus les pommiers y viennent vigoureusement, de même pour les noisetiers et les châtaigniers. Les pépinières y sont belles et les transplantations s'y font facilement.

La plupart des engrais que nous avons indiqués comme particulièrement favorables pour les terrains siliceux, seront également avantageux sur les terres silico-argileuses ; dans tous les cas, les fumures organiques doivent y être abondantes.

Terrains silico-calcaires.

Les terres silico-calcaires proviennent de la désagrégation de roches où le calcaire joue le rôle d'un ciment agglutinant et enrobant des grains de silice, dans certains grès par exemple. Ces sols sont peu répandus, ils sont assez facilement cultivables, perméables et d'une grande capacité calorifique mais par contre, brûlants en été. Ils ne sont pas soumis au retrait, mais perdent rapidement par évaporation presque toute l'eau qu'ils contiennent. Au point de vue chimique, ils manquent en général de potasse et presque toujours de matières organiques, par conséquent d'azote. Ces terres bénéficient rapidement de l'apport d'engrais organiques difficilement décomposables ; on peut y incorporer avec avantage et sans danger des superphosphates, du

sulfate d'ammoniaque, du sulfate de fer, du chlorure et du sulfate de potassium. Pour les horticulteurs, de semblables terres seront avantageusement employées pour entrer dans la fabrication des composts.

Terrains argilo-siliceux.

L'argile masque dans ces sols presque toutes les propriétés de la silice; la présence de cet élément se révèle rapidement au toucher cependant. Ils se délaient plus rapidement dans l'eau que les sols tout à fait argileux; leur cohésion est grande et ils sont très froids au printemps. On les améliore beaucoup en leur y incorporant de la chaux, autant que possible sous forme de marnes siliceuses. L'acide phosphorique, la chaux et la magnésie y font presque toujours défaut.

On trouve dans le midi de la France de ces terre qui proviennent de la désagrégation des roche feldspathiques primitives. Les sols qui proviennen des marnes irisées du Lias sont compacts; presque imperméables, doués d'une grande cohésion et subissent fortement le retrait. Ils ne renferment que 0,3 à 0,4 0/00 d'acide phosphorique, mais 15 à 33 0/00 de chaux et de 1 à 8 0/00 de magnésie.

Une partie des terres de la Brie qui reposent sur un sous-sol argileux sont argilo-siliceuses. Elles appartiennent à la période de l'Eocène. Ce sont des sols compacts où les travaux culturaux sont pénibles, qui ne peuvent être améliorés qu'après de longs efforts. Il faut les drainer, puis y incorporer des marnes siliceuses et de la chaux. Les fumiers s'y décomposent lentement et les superphosphates y donnent après les marnages de bons résultats;

nous conseillerons d'employer dans ces terres les scories de déphosphoration.

En Sologne, les sols de cette nature sont abondants et encore moins facilement cultivables, ils sont extrêmement pauvres en acide phosphorique.

Les terrains argilo-siliceux sont parfois utilisés avec succès par la grande culture maraîchère, les Betteraves, les Choux, les Melons et les Pissenlits s'y plaisent et c'est dans ces sols que les Cognassiers, les Groseilliers, les Mûriers, les Noyers et les Poiriers se développent le mieux.

En résumé, pour les améliorer, les marner, leur donner à intervalles espacés de fortes fumures de fumier, et des scories ou des phosphates précipités.

Terrains argilo-calcaires.

Ces terres ont en général une composition satisfaisante au point de vue chimique et elles sont excellentes quand elles sont modérément pourvues d'humus. Elles bénéficient toujours des engrais azotés sous toutes leurs formes, et en particulier des engrais liquides; la nitrification y est active. Les couches de calcaire bleuâtre du Lias produisent des terrains argilo-calcaires, on a pu y établir des prairies des plus productives. Cependant dans certains cas et en particulier quand le calcaire est à l'état pierreux, elles sont tenaces et plus difficiles à cultiver. On pourrait en citer des exemples en Normandie, dans cette région ces sols d'excellente qualité ont souvent pour défaut capital d'être peu épais et de reposer sur un sous-sol calcaire. Ce sont de bonnes terres pour les Pommiers et les arbres fruitiers en général; les Noyers et les Pêchers y viennent bien quand elles

contiennent un peu de silice et ce sont les terrains de prédilection des Artichauts, des Asperges, des Cardons, des Choux, des Fèves et des Haricots. Nous verrons plus loin comment ces sols sont utilisés par la floriculture des serres.

Terrains calcaro-siliceux.

On en rencontre assez rarement. Ces terres proviennent de la désagrégation de roches Jurassiques et surtout de l'Oolithe. Elles contiennent souvent assez d'acide phosphorique, mais manquent de potasse et d'azote combiné.

La nitrification y est très active. Pour les améliorer, il faut d'énormes fumures de fumiers; tous les engrais organiques y donnent de bons résultats.

La plupart des engrais chimiques y sont avantageux; en particulier les sels de potasse, il faudra y employer les engrais azotés organiques de préférence aux engrais azotés solubles.

La vigne peut y donner de très beaux produits de même que les Amandiers et les Abricotiers.

Terrains calcaro-argileux.

Ils sont encore plus rares que les précédents et dérivent de la désagrégation des roches calcaires contenant des strates d'argile. Le plus souvent, ils sont pierreux et ne peuvent convenir que pour une exploitation sylvicole. Leurs propriétés physiques ne sont guère avantageuses, et ils sont difficilement améliorables. Au point de vue des engrais; se servir des composés azotés solubles, des superphosphates ; l'emploi des sels de potasse y sera peu souvent avantageux.

LE SOUS-SOL

Quand on déracine une plante avec soin, on est frappé de la dimension et en particulier de la longueur que peuvent atteindre les racines.

Divers auteurs ont donné à ce sujet des chiffres intéressants. On a trouvé :

	Mètres.		Mètres.
Racines de lin. . .	0,67	Carotte	1,30
Navet	1,13	Fève.	1,11
Choux-rave.	1,52	Pavot	1,40
Betterave	1,38	Féverole	1,00
Pomme de terre . .	1,03		

Nous avons vu des racines de Laitue de plus de 1 m,20, et tout le monde sait que quand on vient à considérer les racines d'arbres et d'arbrisseaux, de la vigne en particulier, on constate quelquefois des longueurs de plus de 15 mètres.

On est donc frappé, après ces constatations faciles, de l'extrême importance du sous-sol. Le sol en effet a une épaisseur très variable se rapprochant en moyenne d'une trentaine de centimètres et c'est presque toujours ce chiffre que l'on prend pour base quand on exécute les calculs de restitution (au point de vue des engrais complémentaires). On opère dans ce cas d'une manière peu exacte ; les racines de la plupart des plantes cultivées ont une longueur beaucoup plus considérable et les calculs ne seraient justes que si ce sous-sol était une masse inerte ou impénétrable ne servant en rien dans l'alimentation des plantes. Hors il en est tout autrement ; le sous-sol a un rôle des plus importants et même prépon-

dérant dans un grand nombre de cas. Quand on étudie la culture d'une plante quelconque, il faut d'abord se rendre compte de la longueur moyenne de ses racines et voir si le terrain que l'on désire consacrer à cette culture est perméable jusqu'à la profondeur trouvée. Sinon, il y a grand nombre de chances pour avoir plus tard de sérieux mécomptes. Nous en avons eu un exemple lors de la construction à Grignon de cases en ciment où l'on poursuit régulièrement des expériences de cultures. Ces cases ont une profondeur de 1 mètre. Quand on y sème du blé, celui-ci croît normalement et d'abord plus rapidement qu'en plaine, mais les épis s'y forment bien plus tôt et sur des chaumes plus bas que dans le champ voisin, et en définitive la récolte est en général moins bonne. On trouva l'explication du fait en voyant une masse de racines tapisser le fond même des cases. Elles n'avaient pu s'allonger assez et assurer aux plantes une alimentation parfaite et surtout normale.

Le sous-sol doit toujours être étudié avec autant de soin que le sol lui-même, son influence est énorme et il faut se rendre compte de son épaisseur et de l'épaisseur de la terre végétale proprement dite.

Quelquefois le sous-sol n'est, pourrait-on dire, que la véritable continuation du sol lui-même. On peut citer comme exemples un grand nombre de terrains d'alluvions, les terres de la Limagne et du delta du Nil; les fonds de vallées nivelées et remplies par les eaux torrentueuses, les terres siliceuses, etc. D'une manière générale, on peut affirmer que ces sols sont fertiles, le stock d'éléments utiles est le plus souvent inépuisable et il ne s'agit que de le mettre en valeur.

Quelquefois un sol très fertile repose sur un sous-sol d'une composition totalement différente ; il n'est pas rare de voir une terre argilo-siliceuse sur un sous-sol crayeux et dans un grand nombre de cas de mauvaises terres difficiles à cultiver, argilo-siliceuses ou argileuses, ne sont utilement exploitées que parce qu'elles reposent sur un fond siliceux ou silico-caillouteux.

On voit aussi parfois d'excellents terrains rester incultivables à cause de leur sous-sol rocheux impénétrable ou argileux imperméable. Quelquefois aussi, un sous-sol assez meuble pour être entamé par les instruments de culture ne peut être défoncé ; car un certain nombre de corps qui s'y trouvent produisent des composés toxiques pour les plantes après leur oxydation au contact de l'air (sulfure de fer).

Il est donc évident que l'étude du sous-sol doit être aussi complète que possible sous peine de grandes déceptions lors des tentatives d'améliorations de la terre. Les horticulteurs pépiniéristes, sylviculteurs, arboriculteurs et maraîchers le savent bien. Lors de la plantation d'arbres, de la création de jardins, de l'établissement de cultures quelconques ; cette question du sous-sol doit être une constante préoccupation. Il faut assurer l'écoulement des eaux de drainage dans tous les cas, et ne planter d'arbres que ceux qui peuvent prospérer dans un milieu analogue au sous-sol considéré.

C'est à l'étude du sous-sol et de ses rapports avec le sol que doit particulièrement s'appliquer l'agronome chargé d'indiquer le mode d'exploitation le plus favorable d'un terrain.

CHAPITRE VI

LES SOLS MODIFIÉS PAR L'HUMUS ET LES AMENDEMENTS

TERRES DE JARDINS

Une terre de jardin est tout simplement un des types ou un mélange plus ou moins complexe des types de terres que nous avons rapidement passés en revue; améliorée par l'apport d'amendements et d'engrais qui leur communiquent un ensemble de propriétés différentes et de qualités nouvelles.

Pour étudier en détail les terres de jardins; il faudrait donc reprendre la série des terres déjà examinées plus haut et se rendre compte sur chacune, de l'action des amendements et des engrais qui ont été conseillés. On conçoit qu'un tel travail est impossible à entreprendre et serait aussi d'une utilité discutable. Quelques exemples serviront mieux à donner au lecteur une idée de la transformation et de l'amélioration de quelques terres naturelles en terres de jardins et leur richesse définitive en éléments utiles aux plantes.

A Clairefontaine, près de Rambouillet (Seine-et-Oise); la terre d'un jardin était primitivement silico-humifère, sous-sol siliceux. Peu fertile et peu pro-

ductive, elle fut fortement fumée au fumier de ferme. Sa composition actuelle est :

	P. 1000.		P. 1000.
Azote	7,20	Potasse	7,00
Acide phosphorique.	0,30	Chaux.	1,70

Cette terre est extrêmement riche en azote organique, mais très pauvre en chaux et en acide phosphorique.

A priori, il est probable que la nitrification y est peu active. Dans ce cas, il faudrait conseiller de cesser là les fumures de fumier, de faire un marnage et d'apporter des phosphates précipités ou mieux des scories de déphosphoration. Il est inutile d'incorporer dans ce cas de l'azote inorganique et le sulfate de fer si souvent conseillé y serait nuisible.

Dans la même région, à l'Ecole militaire de Rambouillet, la terre primitivement silico-argileuse contient :

	P. 1000		P. 1000.
Azote	1,58	Potasse	6,20
Acide phosphorique.	0,30	Chaux.	5,50

Elle a été fumée au fumier de ferme et marnée ; mais les fumiers de cette région sont trop pauvres en phosphore, il faut absolument incorporer de l'acide phosphorique, de préférence sous forme de scories ou de phosphate précipité et continuer à fumer au fumier très décomposé, le terreau de couches vaudrait mieux.

A Bougival (Seine-et-Oise), on a établi des cultures arbustives, des pépinières d'élevage d'arbres fruitiers ; sur des terrains de culture arable très pro-

fonds et améliorés par les cultures antérieures très fortement fumées. Ces sols contiennent

	P. 1000.		P. 1000.
Azote	1,45	Potasse	6,20
Acide phosphorique.	0,78	Chaux.	105,00

Il nous semble que pour ces cultures peu exigeantes, vu la fertilité du sous-sol, l'apport d'humus, de matières organiques ou de fumier, doit être seulement conseillé. Il paraît cependant, que dans des terres analogues, à Vitry (Seine), on obtient au printemps avec une moyenne fumure de nitrate de soude de véritables coups de fouets sur la végétation des lilas (M. Chatenay).

Nous avons été étonné en consultant une analyse d'une terre de jardin de Ferrières en-Brie (Seine-et-Marne), domaine de M. le baron de Rothschild. Elle présente la composition suivante (Desbordes) :

Terre fine	85 0/0
Cailloux calcaires.	15

Terre fine :

	P. 100.		P. 1000.
Silice.	54,00	Azote.	0,738
Argile humus. . .	11,91	Acide phosphor.	0,182
Calcaire.	34,09	Potasse.	0,282
		Chaux	165,755

Cette terre a été évidemment fumée et améliorée et rarement cependant, avons-nous vu une composition aussi peu satisfaisante au point de vue de la fertilité. Il est probable que la nitrification y est extrêmement rapide; il faudrait employer là des matières difficilement désagrégeables, laine, cuir,

corne moulue, des superphosphates et du sulfate de potasse et ne jamais recourir au sulfate d'ammoniaque, et au nitrate de soude.

Dans le même domaine (Desbordes) nous nous trouvons en présence d'une terre primitivement calcaire où se sont accumulées des matières organiques elle a la composition suivante :

Terre fine	97,70 0/0
Cailloux.	2,30

	P. 100.		P. 1000.
Sable calcaire. . .	90,00	Azote	1,99
Argile humus. . .	9,66	Acide phosphor. .	9,77
Calcaire	0,34	Potasse	9,75
		Chaux.	586,60

Ce terrain est extrêmement fertile et riche en tous éléments utiles, il a dû être amélioré par l'apport de très fortes fumures de fumier, des sels de potasse et des superphosphates, le stock semble même en être plus que suffisant. Pour peu que cette terre soit un peu profonde, il semble inutile de lui ajouter autre chose que du fumier ou mieux du terreau de couches. Sur ce sol le sulfate de fer doit donner des résultats.

Nous terminerons ces exemples en citant une analyse de terre d'un jardin maraîcher des environs d'Avignon (Zacharewicz) qui était primitivement argilo-calcaire.

Elle contenait :

Eau.	161,25 0/00
Pierres	27,00
Terre fine	811,48

Terre fine :

	P. 1000.		P. 1000.
Sable	142,00	Potasse	1,24
Calcaire	258,62	Acide phosphor. .	1,25
Argile.	673,38	Chaux.	152,00
Humus	58,00	Alumine. Fer. . .	92,00
Azote	1,02		

Cette terre est très harmonieusement composée, extrêmement fertile et profonde, bien douée au point de vue physique, l'amélioration par des fumures raisonnées y est évidente. Dans un semblable sol; il ne faut plus songer qu'à la restitution des éléments exportés, et non à l'amélioration.

Ces différents exemples peuvent donner une idée de la diversité de composition des terres de jardin. Nous ne pouvons malheureusement donner d'analyses de terres amendées et fumées depuis des siècles comme celles de l'ancien potager du roi, à Versailles (Ecole Nationale d'horticulture) ou d'autres domaines séculaires, on trouve dans des sols analogues une énorme proportion d'humus, par conséquent d'azote jusqu'à 8 à 9 0/00, 2 à 5 0/00 d'acide phosphorique et beaucoup de potasse.

Ces terres sont d'une fertilité étonnante et néanmoins, on leur restitue toujours sous forme de terreau, de fumier, ou d'engrais humain plus d'éléments utiles que les récoltes n'en exportent. Il n'est donc pas étonnant qu'aucun engrais n'y produise un effet quelconque, les principes indispensables à la vie des plantes s'y trouvent en surabondance. C'est cette richesse même de la terre des jardins anciennement établis et bien cultivés qui a souvent

rendu les praticiens défiants à juste titre de produits dont les effets étaient négatifs sur leurs terres.

A ce point de vue, d'une manière très générale, il semble que quand la terre contient plus de 5 0/00 d'azote total, les fumures azotées organiques sont peu utiles, les chaulages et marnages inutiles s'il y a plus de 12 à 15 0/00 de chaux et de même pour les phosphates si la quantité contenue dépasse 4 0/00. Au sujet des engrais potassiques, l'expérience seule peut trancher la question.

Dans une terre de jardin, avant de donner comme engrais complémentaire, du sulfate d'ammoniaque, du sulfate de fer, du chlorure de potassium et des superphosphates, même de la kaïnite et des sels de Stassfurth, il faut s'assurer qu'elle renferme au moins 1 à 2 0/0 de carbonate de chaux, sinon ces produits peuvent être dangereux et ne doivent pas être employés.

Dans tous les cas, il faut considérer sa terre de jardin, ordinairement riche en matières organiques; comme une véritable nitrière et il faut la faire nitrifier, soit en la marnant, si elle ne contient pas de chaux et en y ajoutant dans ce cas de la bonne terre arable, y faire des labours multiples et profonds, multiplier les arrosements et les façons culturales. Une terre de jardin doit être constamment remuée, aérée, drainée avec grand soin et si on peut recueillir les eaux de drainage comme nous l'avons déjà expliqué et les faire servir à l'arrosage, on réalisera un progrès et une économie dont on ne se doute pas actuellement.

Il est évident que l'on ne peut modifier le sous-sol de son jardin ; l'idéal serait de ne planter dans un jardin fruitier que les arbres susceptibles de

vivre sur le sol du domaine, mais on est obligé souvent par une foule de considérations à planter des espèces d'arbres inaptes à y croître, les résultats en sont toujours désastreux. Combien voit-on de poiriers malingres ou tortueux et de pêchers misérables pour cette simple raison. Pour lutter contre ces idées fausses, il ne semble pas pratique de conseiller de fournir à chaque arbre sa terre préférée. Nous aimons mieux l'ingénieux procédé de notre éminent maître, M. Ch. Baltet, qui habilement, a tourné la difficulté. Il s'agit de faire prospérer un Poirier en terrain et sous-sol calcaire. Il prend un Cratægus oxyacantha susceptible de bien venir dans ces terrains; mais comme cette plante ne pourrait pas directement nourrir une greffe de poirier, il se sert comme intermédiaire entre le sujet et le greffon d'un autre Cratægus qui reçoit lui une greffe.

Il obtient de cette façon détournée des Poiriers donnant des produits dans des sols où leur plantation normale donne des résultats désastreux. Cette méthode ingénieuse sera étendue certainement à d'autres genres et espèces.

En un mot, à moins que le sous-sol soit imperméable ou rocheux, si le terrain n'est pas exclusivement argileux ou calcaire ou silico-calcaire, on peut dans le plus grand nombre des cas arriver à améliorer énormément sa terre de jardin et la rendre apte à fournir de bons et nombreux produits végétaux, c'est une question de raisonnement et souvent aussi de temps.

TERRES SPÉCIALES EMPLOYÉES EN HORTICULTURE

LOAM OU TERRE DE GAZONS

Le loam est surtout utilisé par les horticulteurs Anglais, il forme, pourrait-on dire, la base de tous les composts utilisés dans ce pays en floriculture de serres. Ces terres ou au moins les bons loams, sont constituées par le mélange de nombreux débris organiques à un sol silico-argilo-calcaire (terre franche excellente). Il se produit dans les prairies naturelles. En France et en Belgique; on remplace souvent le loam par des terres franches, dans un grand nombre de cas silico-argileuses, et parfois même par des terres arables ordinaires ou des raclures de routes.

Les terres de gazon silico-argilo-calcaires sont les plus estimées, elles sont encore bonnes quand le sol est argilo-calcaire, mais moins bonnes si elles se produisent sur des terres silico-argileuses ou silico-calcaires.

Loam silico-argilo-calcaire. — Nous citerons comme exemple celui d'Uxbridge (Middlesex, Angleterre). Pour extraire ce sol, on découpe à la bêche ; parfois aussi avec une charrue à coutre roulant, de préférence en automne, des prismes rectangulaires d'une épaisseur moyenne de 10 centimètres. Ces prismes sont expédiés dans les établissements d'horticulture. Là, on en fait des tas sur une aire bien plane, en plaquant les mottes de terre

gazon contre gazon. On en superpose ainsi 15 à 18 couches, à cet égard il ne faut pas que la hauteur totale du tas dépasse 2 mètres. Puis, souvent on ménage à la partie supérieure des sortes d'entonnoirs par où on peut introduire soit de l'engrais flamand ou un autre engrais soluble. Après avoir laissé le tout, subir pendant quelque temps l'influence de la gelée, on recoupe le tas perpendiculairement avec des houes coupantes spéciales, en vue de brasser le mélange et de disséminer les matières organiques, puis on le reforme sur la même aire.

Il est avantageux de renouveler cette opération plusieurs fois pendant le courant de l'hiver.

Le loam ainsi préparé peut être employé après 6 mois, à partir du commencement de la fabrication, mais il est de bien meilleure qualité si on peut le garder 12 et même 18 mois en tas. A ce moment la terre de gazon a une couleur jaunâtre, elle est un peu sableuse au toucher; mais en même temps plastique et on y voit de nombreux débris organiques. C'est la qualité que les Anglais désignent sous le nom de « Good fibrous loam » et qu'ils emploient avec grand succès en particulier pour la culture de la vigne en pots.

Nous lui avons trouvé la composition suivante :

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total.	4,68	Humus	75,00
Acide phosphorique	1,24	Potasse.	1,95
Chaux.	6,58	Alumine. Fer . .	99,80
Silice	784,40		

Ce sol est parfaitement constitué au point de vue de ses propriétés physiques, il est très meuble, très

perméable, susceptible de retenir une forte proportion d'eau. Il n'est pas moins bien pourvu au point de vue chimique, renfermant une forte proportion d'azote et les corps qui le rendent facilement nitrifiable ; l'acide phosphorique et la potasse s'y trouvent en quantité suffisante dans le plus grand nombre de cas.

Cette terre est homogène, riche, parfaitement adaptée à la culture de beaucoup de genres de plantes.

Loam argilo-calcaire. — On pourrait citer de nombreux exemples de sols argilo-calcaires couverts de prairies naturelles, particulièrement en Normandie, qui seraient propres à être utilisés comme loams. Son extraction est exactement la même que celle du précédent. Au point de vue de la préparation, on trouvera avantage à intercaler entre les mottes, des lits de sable siliceux et de forcer les arrosages de purin ou de matières fécales. On pourra obtenir de la sorte une terre exceptionnellement riche en nitrates, si elle a été souvent remuée.

Loam argilo-siliceux. — Les terres argilo-siliceuses gazonnées sont communes en France, en Belgique et en Angleterre. L'extraction de ce loam ne présente aucune difficulté. Pendant la formation des tas ; il y aura un très grand avantage à intercaler quelques lits de chaux éteinte entre les gazons et souvent aussi 4 à 5 0/000 de scories de déphosphoration. Si les arrosages et les travaux de recoupage sont bien faits, on pourra dans ces conditions obtenir un excellent loam.

Loam silico-argileux. — Nous pourrions répéter à l'égard de ce sol ce que nous venons de dire pour le loam argilo-siliceux.

Voici la composition d'un loam du Surrey (Angleterre) qui est employé avec succès pour la culture des Palmiers et des Fougères dans les grands établissements d'horticulture de Londres :

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total	4,67	Humus.	86,60
Acide phosphoriq.	1,34	Potasse.	1,95
Chaux	2,87	Alumine. Fer. . .	75,00
Silice.	802,80		

La proportion d'humus contenue dans cette terre est plus forte que dans le loam d'Uxbridge plus riche en calcaire ; la nitrification y est par conséquent moins rapide. Nous avons pu nous assurer que cette solubilisation de l'azote organique y est très régulière. La moyenne de production d'azote nitrique par jour et par kilogramme de loam a été de 0 gr. 00387, ceci représentant la moyenne de 15 journées d'expérience au printemps.

Cette variété de terre de gazon est très répandue sur la formation géologique dite du limon des plateaux.

Il suffira d'incorporer de la chaux et des scories dans les tas et de les laisser en place pendant deux années pour obtenir avec ces sols des loams excellents.

En France, peu de tentatives ont été faites pour se procurer de bons loams, au moins dans la région Parisienne. Il existe cependant près de Paris, de bonnes terres gazonnées, à Chelles et à Nemours par exemple. Il y aurait avantage dans bon nombre

de cas, pour les agriculteurs, à vendre aux horticulteurs la couche superficielle, soit 6 à 9 centimètres de leurs prairies naturelles.

Le commerce horticole n'hésiterait pas à payer sur place ces sols 3 à 4 francs le mètre cube et le produit d'un hectare soit 300 à 400 mètres cubes au bas mot ne serait pas à dédaigner. Ces terres seraient certainement préférables aux mauvaises terres franches silico-argileuses et surtout aux raclures de routes quelquefois employées. L'étude de raclures de routes utilisées dans un important établissement horticole des environs de Paris a donné à cet égard d'intéressants renseignements.

RACLURES DE ROUTES DE TRAPPES (SEINE-ET-OISE)

Eau	280,000 0/00
Densité.	1,437
Terre fine..	900,000

	P. 1000.		P. 1000.
Azote	1,50	Fer	7,26
Acide phosphorique total.	0,62	Silice.	938,90
		Potasse totale. . .	4,76
Acide phosphorique soluble $C^4H^4O^4$. .	0,36	Potasse soluble $C^4H^4O^4$.	2,09
Chaux.	1,40	Humus.	31,02

La richesse en potasse de ces raclures s'explique par la nature même du ballast employé : des roches feldspathiques ; l'azote provient des crottins et on peut remarquer un manque de chaux, d'humus et d'acide phosphorique. La nitrification est très peu active dans ce sol, la moyenne de production journalière d'azote nitrique que nous avons vu s'élever à 0 gr.00387 pour un bon loam n'est que de 0 gr.00029, ce qui résulte des recherches suivantes.

Nitrification dans les raclures de routes de Trappes.

DATES	AZOTE NITRIQUE formé par kilogramme	AZOTE NITRIQUE formé par jour et kilogramme
	Grammes	Grammes
21 octobre 1892	0,00357	»
5 novembre 1892	0,00253	0,00018
15 —	0,00357	0,00035
25 —	0,00257	0,00025
18 décembre 1892	0,00065	0,00005
20 —	0,00451	0,00037

Pour améliorer ces balayures de routes, il faut y incorporer de l'humus, de l'acide phosphorique de la marne ou de la chaux.

Leur usage en place de loam est peu recommandable et il est facile de constater la différence de fertilité qui existe entre ces sols et les bonnes terres de gazons. En terminant ce sujet, nous ne saurions trop engager les horticulteurs à se procurer des sols gazonnés et à en faire des loams. Les résultats qu'ils obtiendront, compenseront bien vite leurs efforts et ils pourront réaliser des économies d'exploitation en employant moins de terres spéciales, fertiles il est vrai, mais aussi très coûteuses.

TERRES DE BRUYÈRE

La terre de bruyère se présente le plus souvent, sous forme de prismes rectangulaires plats d'une dizaine de centimètres d'épaisseur. Ces prismes ont une teinte brune accentuée et une de leurs faces est garnie de nombreuses tiges de Bruyères et de Gra-

minées. On distingue plusieurs sortes de terres de bruyère : 1° terres de bruyère siliceuses ; 2° terres de bruyère de landes et terres de bruyère silico-argileuses ; 3° terres de bruyère tourbeuses.

Terres de bruyère siliceuses. — La terre de bruyère siliceuse a un aspect tout particulier. Entre les nombreux débris organiques qui lui donnent sa couleur brune, se voient des grains de silice. Le tout est maintenu et enserré par une quantité considérable de racines et de radicelles de Bruyères et de Graminées. Les espèces qui concourent à la formation de ces terres sont particulièrement les Erica scoparia, E. tetralix, E. vagans, le Calluna vulgaris et de nombreuses variétés de Carex. Dans les environs de Paris ; la terre de bruyère siliceuse se trouve presque toujours sur les sables de Fontainebleau (Miocène) qui affleurent dans un grand nombre de points des départements de Seine-et-Marne, Seine-et-Oise et de l'Oise.

La presque totalité des éléments minéraux de ces terres autres que la silice et quelquefois l'oxyde de fer, proviennent de la décomposition des tissus des plantes qui primitivement avaient crû sur le sable presque pur et qui ont condensé dans leurs différents organes le peu de potasse et d'acide phosphorique qui se trouvait à proximité de la zone d'absorption de leurs racines. Voici à cet égard quelle est la composition de 1 kilogramme d'Erica scoparia desséché à l'air.

	Gr.
Eau	149,40
Matière sèche.	850,60
Matières minérales . . .	19,05

	Gr.		Gr.
Azote	6,804	Magnésie	2,529
Potasse	6,038	Fer	0,582
Soude	1,094	Acide sulfurique	1,550
Chlore	0,447	— phosphorique	0,520
Chaux	3,318	Silice	2,566

Les Bruyères croissant sur les sables peuvent donc être considérées comme des plantes améliorantes. L'humus qui résulte de leur décomposition est particulièrement riche en potasse, et permet le développement, dans la terre de bruyère ainsi formée, de végétaux ayant des exigences alimentaires beaucoup plus grandes.

Nous aurons un peu plus loin, au sujet de la formation du terreau de feuilles ; l'occasion d'étudier plus en détail le curieux mécanisme de la transformation des tissus végétaux en humus.

Les terres de bruyère siliceuses de bonne qualité se trouvent le plus souvent sur les flancs de coteaux peu boisés où l'écoulement des eaux est facile. Les meilleures se forment sous les taillis en transformation, exploités pour arriver à former de hautes futaies.

L'emploi de plus en plus répandu, et l'utilisation de la terre de bruyère siliceuse par les horticulteurs, a donné naissance à un commerce très actif. Il nous suffira pour en donner un idée, de dire, que sur la seule ligne de chemin de fer de Paris à Granville ; section de Dreux et aussi de Chartres ; on transporte annuellement plus de 400 wagons cubant de 12 à 14 mètres cubes, soit approximativement 5,500 mètres cubes de terre de bruyère.

Les marchands de terre de bruyère ne peuvent en extraire dans les bois et forêts de l'Etat. Ils la paient aux propriétaires de bois, de 2 à 4 francs le mètre

cube sur place et donnent à leurs ouvriers un salaire de 0 fr. 30 à 0 fr. 40 par mètre extrait et rendu sur des chemins accessibles aux voitures. Les ouvriers arrivant sur le terrain commencent par faucher les tiges de bruyère à l'aide d'une faulx spéciale dite « faulx à bruyère ». La lame de cet outil est courte, solide et peu cintrée. Ils débarrassent ainsi le terrain ; après ce nettoyage, ils découpent des mottes de terre de 35 à 40 centimètres carrés sur 8 à 10 centimètres d'épaisseur ; ceci au moyen de houes à manche court et robuste. La lame de ces houes a 20 centimètres de largeur sur 40 centimètres de longueur et est un peu cintrée. Ils détachent et soulèvent les prismes de terre de bruyère et les adossent deux à deux formant ainsi des chaînes sur le terrain. Si ce travail est exécuté sur des coteaux peu boisés, le débardage s'exécute au moyen de traîneaux grossiers mesurant 1 m. 60 de longueur sur 1 mètre de largeur et pouvant recevoir environ 1 mètre cube de terre.

Les tiges de bruyère sont mises en bottes et sont utilisées comme litière pour les animaux.

La terre de bruyère arrive dans les établissements d'horticulture en larges mottes. Pour l'utiliser, il faut séparer les racines et les gros débris organiques inutiles, de l'humus fin et du sable.

Pour cela, les mottes sont placées sur une aire dure et frappées avec des outils en forme de gros crochets doubles. On frappe avec le dos de l'outil qui consiste en un gros anneau en fer forgé ; la terre se sépare des racines et on retire celles-ci avec les crochets. Dans quelques cas, la terre de bruyère peut alors être de suite utilisée ; pour des cultures plus délicates, il est encore quelquefois nécessaire de

la faire passer à travers les mailles de cribles plus ou moins fins.

Certains horticulteurs (M. Paillet père, et M. Briot) avaient imaginé de remplacer le travail des ouvriers par une machine qui briserait les mottes de terre et en séparerait les racines. Plusieurs appareils furent construits mais ne donnèrent pas en pratique les résultats que l'on avait espéré. Le principe de ces machines était simple. Une trémie ne laissant passer à la fois qu'une seule motte de terre de bruyère, aboutissait perpendiculairement au-dessus d'un cylindre horizontal, armé suivant une spirale, de crocs ou dents en fer, de plus en plus longues à mesure que l'on s'éloigne de l'axe de descente de la trémie. La motte de terre resserrée entre les parois d'une boîte concentrique au cylindre et aussi elle-même armée de pointes était de plus en plus entamée par les crocs. La terre se séparait des racines, tombait entre les mailles d'un grillage qui constituait le fond de l'enveloppe et les racines étaient expulsées à l'autre extrémité.

Nous croyons que dans les établissements importants l'utilisation d'appareils de ce genre solidement établis et mus par un moteur, donnerait de bons résultats économiques.

Le mètre cube de terre de bruyère revient y compris les frais de transport de 10 à 12 fr. ; mais, l'extraction des racines cause un déchet qui n'est pas inférieur à 12 ou 15 0/0. Le prix de ce sol prêt à être employé est donc très élevé.

La terre de bruyère siliceuse est extrêmement bien douée au point de vue des propriétés physiques. Elle s'échauffe très rapidement et possède en outre une grande capacité calorique. Très per-

méable à l'air et à l'eau, elle est cependant susceptible de retenir et de ne pas abandonner à l'évaporation spontanée une notable quantité de liquide. Les phénomènes capillaires s'y exercent au maximum et elle est douée d'une cohésion suffisante. C'est surtout cet ensemble de propriétés physiques satisfaisantes qui a fait augmenter l'emploi de la terre de bruyère par les horticulteurs. A ce point de vue, les terreaux de feuilles seuls peuvent rivaliser avec elle.

Les propriétés physiques de la terre de bruyère se modifient rapidement; surtout dans les cultures en pots, sous l'influence des arrosages. Elle devient de moins en moins perméable, la circulation de l'air y est de plus en plus difficile et ceci d'autant plus rapidement que la terre est plus riche en humus. Les rempotages fréquents parent à cet inconvénient mais la vieille terre doit être soigneusement mise de côté pour être utilisée lors de la formation des composts.

Au point de vue de leurs propriétés chimiques, les terres de bruyère, en général, sont moins bien partagées que pour leurs propriétés physiques. Voici une analyse de la terre de bruyère de Maurepas près d'Elancourt (Seine-et-Oise).

Eau.	318,30 0/00
Densité apparente. . . .	0,532
Terre fine	730,00

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total.	5,00	Silice.	790,00
Acide phosphorique total	0,64	Potasse totale. . .	3,06
Acide phosphorique soluble $C^4H^4O^4$. .	0,32	Potasse soluble $C^4H^4O^4$.	1,39
Chaux.	1,93	Humus.	188,00
		Fer.	2.64

La légèreté de ce sol est frappante, on y voit du reste de volumineux débris organiques non encore décomposés. Cette terre est très riche en azote combiné. Pendant bien longtemps on a cru que cet azote organique était à tout jamais immobilisé et non susceptible de nitrifier ce qui amenait à penser que les plantes de terre de bruyère avaient une aptitude spéciale à saisir dans le sol une combinaison azotée organique soluble et à l'utiliser pour leur alimentation.

Cette idée semble aujourd'hui juste en partie; mais nous avons pu montrer que la terre de bruyère qui a été remuée, préparée comme nous l'avons expliqué plus haut, et parfois arrosée avec des eaux un peu calcaires était susceptible de nitrifier.

Dans les expériences que nous avons faites, et qui n'ont pas depuis, été contestées; les terres de bruyère étaient régulièrement arrosées avec de l'eau distillée. Voici les chiffres obtenus :

DATES	AZOTE NITRIQUE formé par kilogramme de terre	AZOTE NITRIQUE formé par jour et par kilogramme de terre
	Grammes	Grammes
21 octobre 1892	0,00309	»
5 novembre 1892	0,00119	0,00085
15 —	0,00141	0,00014
25 —	0,00100	0,00010
8 décembre 1892	0,00087	0,00006
20 —	0,00354	0,00027
11 janvier 1893.	0,00181	0,00008
17 février 1893.	0,01178	0,00031

La moyenne de 119 journées d'expérience a été une production de 0 gr. 000199 d'azote nitrique par jour et par kilogramme de terre de bruyère. Cette

quantité est loin d'être négligeable et nous pouvons le montrer facilement. Un mètre cube de terre de bruyère pesant 532 kilos a produit dans ce cas en 119 jours 12 gr. 4 d'azote soluble sur 2,620 grammes d'azote total. Nous avons toutefois pu constater que la nitrification y est peu régulière, elle varie naturellement avec la température; mais, surtout dans les pots, l'intensité de la nitrification décroît à mesure que les propriétés physiques de la terre changent.

On constate dans la terre de bruyère une faible proportion d'acide phosphorique; 0,64 p. 0/00, cet élément est là presque entièrement sous forme de composés organiques facilement solubles. Cependant l'apport complémentaire d'engrais phosphatés sera très souvent utile. Nous rappelons qu'il ne faut pas ajouter à ces sols de phosphates alcalins (soude ou potasse). Si les plantes craignent le voisinage de la chaux, ajouter soit du phosphate ammoniaco-magnésien ou du phosphate d'ammoniaque.

La terre de bruyère renferme peu de chaux, 1,93 0/00. Celle-ci est tout entière combinée aux acides organiques. Quand les plantes sont calcifuges (ce qui est généralement le cas), pour les végétaux cultivées dans la terre de bruyère, il faut éviter l'apport d'amendements, même de sels ou d'engrais pouvant introduire de la chaux ou du calcaire sous une forme quelconque. Proscrire le phosphate de chaux, les phosphates précipités et les scories. Pour la majorité des plantes, qui ne sont pas calcifuges, il y a un vif intérêt à incorporer du calcaire au contraire dans les terres de bruyère, on favorise ainsi beaucoup la nitrification. C'est ainsi que nous avons trouvé

	Azote nitrique produit du 11 février au 30 avril 1893.
100 grammes de terre de bruyère.	0 gr. 0138
100 grammes de terre de bruyère avec 5 grammes de carbonate de chaux	0 gr. 0150

La terre de bruyère contient une quantité notable de potasse, ce qui s'explique facilement par la richesse en cet élément des débris d'Erica.

A titre de renseignements et de comparaison, voici la composition d'un certain nombre de terres de bruyère siliceuses que nous avons pu étudier.

TERRE DE BRUYÈRE DE CHAMBOURCY (Seine-et-Oise).

Eau.	430 0/00	
Particules terreuses de plus de 3 mm. de diamètre		210 0/00
Particules terreuses de moins de 3 mm. de diamètre		130
Particules terreuses de moins de 1 mm. de diamètre		660

	P. 1 000.		P. 1 000.
Azote total.	6,14	Acide phosphorique.	0,78
Chaux.	0,25	Potasse	0,71

TERRE DE BRUYÈRE DU PERRAY (Seine-et-Oise).

	P. 1 000.		P. 1 000.
Azote total	2,04	Humus.	170,00
Carbonate de chaux	3,56	Acide phosphorique	0,52
Silice.	786,00	Fer	5,08
Potasse.	7,00		

TERRE DE BRUYÈRE DE RAMBOUILLET (Seine-et-Oise).

	P. 1 000.		P. 1 000.
Azote total.	9,10	Potasse	4,00
Carbonate de chaux.	1,50	Acide phosphorique	0,38

TERRE DE BRUYÈRE (PEAT) DE RINGWOOD (HAMPSHIRE) (Angleterre).

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total	7,05	Acide phosphorique	1,28
Chaux	2,20	Humus.	604,00
Silice.	496,00		

TERRE DE BRUYÈRE DE BAGSHOT (Angleterre).

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total.	3,30	Potasse	5,20
Chaux.	1,80	Acide phosphorique	0,38

La conclusion rapide de ces analyses, est que les terres de bruyère, manquent en général de chaux et d'acide phosphorique, sont riches en azote organique et moyennement riches en potasse.

Quand il sera nécessaire d'épandre des engrais sur des terres de bruyère on devra agir avec la plus grande prudence. Il est tout à fait inutile d'y incorporer des engrais organiques. Pas plus l'engrais flamand que le purin, les guanos, les tourteaux, etc., etc.; il faut penser que la terre de bruyère renferme un stock considérable d'azote organique qu'il faut faire nitrifier pour le mettre en valeur.

Si la plante à cultiver dans la terre de bruyère pure ou mélangée d'autres sols est calcicole, on peut favoriser la nitrification au moyen de marnages.

Si elle est calcifuge au contraire, on pourra quelquefois avoir de bons résultats par l'emploi du carbonate de potasse qui, comme agent nitrificateur, donne de merveilleux résultats. Nous avons à cet égard d'intéressantes et complètes indications d'après les recherches de MM. Crochetelle et Dumont qui ont été assez aimables pour vérifier les conclusions que

nous avions émises une année auparavant sur ce sujet.

Si les plantes souffrent de la présence du carbonate de potasse dans le sol, il faut recourir aux engrais azotés solubles. Le nitrate d'ammoniaque et le phosphate d'ammoniaque, qui fournit en même temps l'acide phosphorique, donnent d'excellents résultats. Il ne faut recourir au nitrate de soude qu'avec une grande prudence et l'appliquer en solutions de 80 centigrammes à 1 gramme au maximum par litre d'eau. Dans tous les cas, ne jamais se servir de sulfate d'ammoniaque qui pourrait être toxique dans certaines conditions.

Au sujet de l'apport d'acide phosphorique, on aura le choix suivant que les plantes sont calcicoles ou calcifuges entre les phosphates naturels moulus; les scories de déphosphoration, les craies phosphatées ou le phosphate ammoniaco-magnésien et le phosphate d'ammoniaque.

L'incorporation d'engrais potassiques peut dans quelques cas être utile; il faudra toujours rejeter le chlorure de potassium, les sels de Stassfurth, on peut employer le nitrate, le carbonate, le sulfocarbonate.

En terminant cette revue rapide de l'emploi des engrais sur les terres de bruyère; nous tenons à dire que les bons effets constatés à la suite de l'emploi de l'engrais humain sur ces sols sont dus à l'alcalinité des solutions, alcalinité qui favorise beaucoup la nitrification.

Terres de bruyère silico-argileuses et de landes. — Nous ne pourrions à leur sujet, que répéter ce que nous avons déjà dit au chapitre des *Terres humifères*

de landes. Au point de vue de leur utilisation en horticulture ; ces terres ne sont bonnes que pour entrer dans la formation de composts où elles se trouvent modifiées et améliorées.

Terres de bruyère tourbeuses. — Au point de vue horticole, on ne peut considérer ces terres que comme d'une qualité inférieure aux terres de bruyère siliceuses. Elles se forment soit sur des terrains argilo-siliceux plats où l'écoulement des eaux est difficile ou, encore sur des sols siliceux à sous-sol imperméable. L'aération de ces terres étant peu active pendant leur formation ; ce sont surtout des ferments anaérobies qui entrent en jeu pour la dissociation des tissus végétaux. Les terres de bruyère tourbeuses sont abondamment garnies à leur surface de tiges de Graminées, de Laîches, de Carex variés. On les débite en mottes plus épaisses que celles des terres siliceuses et qui apparaissent traversées d'une foule de fines et longues racines blanchâtres. Ces sols sont plus colorés, plus denses, doués d'une assez grande cohésion. Leur perméabilité est, par conséquent, beaucoup moins grande, ils sont susceptibles de retenir une énorme quantité d'eau, mais subissent fortement les phénomènes de retrait. Ces terres sont donc très sensiblement inférieures aux terres de bruyère siliceuses au point de vue de leurs propriétés physiques et ne conviennent que pour la culture de végétaux peu exigeants. Les Camellia y prospèrent cependant particulièrement bien. Il est souvent avantageux d'y incorporer pour les rendre plus perméables du sable quartzeux à gros grains et quelquefois des feuilles difficilement décomposables (Chêne et Châtaignier). En

pots, elles deviennent rapidement impropres à la culture.

L'ensemble de leurs propriétés chimiques est plutôt satisfaisant. Il ne faut pas cependant, prendre l'analyse suivante comme celle du type des terres de bruyère tourbeuses naturelles, qui sont beaucoup moins bien pourvues en chaux et en acide phosphorique. Ce sol qui provient de Petersfield (Hampshire, Angleterre) et dont voici la composition :

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total	14,43	Humus.	765,00
Chaux	5,33	Acide phosphorique.	2,04
Silice.	153,20		

a été énormément amélioré par des marnages et des apports de phosphates fossiles. La grande culture s'en est emparée et y a obtenu d'énormes récoltes de turneps. Cette terre est utilisée par plusieurs grands établissements des environs de Londres, et nous avons vu les Gardénia, les Stephanotis et les Camellia y croître avec une vigueur exubérante. Nous ne pourrions que répéter, au sujet des engrais, que ce que nous avons déjà dit au point de vue des terres de bruyères siliceuses. La véritable utilisation de ces sols semble être leur mélange avec d'autres terres dans les composts, il en est de même du reste après quelque temps, pour les terres de bruyère siliceuses qui deviennent tourbeuses après avoir été soumises à de fréquents arrosages.

Terres de bruyère fibreuses. Terres de polypodes. — On les désigne encore sous le nom de terres de fougères, terres fibreuses à Orchidées. Ce sont les sols les plus riches en humus. Leur emploi est res-

treint à quelques cultures tout à fait spéciales, où bien souvent, elles ne jouent le rôle que de soutiens et d'éponges ; étant susceptibles d'absorber et de retenir une grande quantité d'eau qu'elles peuvent mettre ensuite à la disposition des racines des plantes. Cette terre résulte de la décomposition des radicelles, des tiges et des feuilles du Polypodium vulgare qui croît de préférence sur les rochers de grès et les vieux murs ombrés. Les racines et les rhizomes du Polypodium enserrent des particules d'humus plus ou moins décomposé et fixent aux rochers des sortes de feutrages, des plaques souples, roussâtres, de quelques centimètres d'épaisseur. Pour les livrer au commerce ; on coupe les feuilles des Polypodium, puis on les débarrasse des ronces et des plantes grimpantes qui, souvent, s'y fixent et on les arrache en ayant soin de ne pas les briser en trop petits fragments. Avec ces plaques, on forme des bottes qui, pesant 3 à 6 kilos se vendent jusqu'à 3 fr. pièce.

Quand on utilise cette terre de polypodes pour la culture des Orchidées ; il faut d'abord éplucher les plaques, c'est-à-dire enlever les rhizomes, puis on bat les fibres sur un table avec des baguettes, ce qui sépare l'humus fin qui est mis à part et utilisé pour les composts destinés à la culture de quelques plantes très délicates. Les fibres nettoyées forment le soutien des Orchidées qui ne peuvent y puiser une nourriture bien abondante.

En Angleterre, on emploie aussi sous le nom d'Orchid peat ; des terres de bruyère spéciales, très riches en humus et beaucoup mieux pourvues en matières minérales que les terres de fougères dont nous venons de parler.

Nous avons eu l'occasion d'analyser un Orchid

peat provenant de Hampsworthy (Dorsetshire, Angleterre), et qui est utilisé dans l'établissement de M. H. Veitch à Londres. Il contenait :

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total	13,00	Silice.	44,00
Acide phosphorique.	0,70	Humus.	953,00
Chaux	3,70		

On voit que cette terre est extraordinairement riche en azote et en humus, elle n'est pauvre qu'en acide phosphorique.

La terre de Polypodium fournit aux plantes une certaine quantité d'éléments nutritifs ; car, quand on essaye de cultiver des Cattleya, par exemple, sur des fibres non décomposées de Noix de Coco ; on observe que les plantes ainsi traitées sont beaucoup plus jaunes que celles qui croissent sur la terre de polypodes.

Dans quelques cas, il peut être utile de donner des engrais aux végétaux croissant sur la terre de polypodes. En particulier, pour quelques Orchidées, il ne faudra jamais appliquer à ces sols que des solutions au 1/10000 maximum de nitrate de potasse ou d'ammoniaque ou de phosphate d'ammoniaque.

TERREAUX DE FEUILLES

Le terreau de feuilles est de plus en plus employé par les horticulteurs, et le choix de cette terre se justifie par un ensemble de propriétés physiques et chimiques, qui le rendent propre au plus haut point à la culture d'un très grand nombre de plantes.

Le terreau de feuilles se forme dans les bois, et

résulte de la décomposition des feuilles des arbres et d'un mélange d'autres débris organiques avec la couche superficielle du sol. Nous avons déjà eu l'occasion de voir que la composition des feuilles des différentes essences était très variable. Suivant leur nature, les feuilles produisent donc des terreaux d'une composition chimique particulière. C'est ainsi que les terreaux de feuilles de Gand; qui sont constitués par l'accumulation des feuilles d'Aulnes et de Peupliers sont mieux pourvus en azote, en chaux et en acide phosphorique, que les terreaux de feuilles de Versailles qui proviennent de la désagrégation des feuilles des Chênes et des Châtaigners.

Quand les feuilles d'arbres tombent sur le sol à l'automne, elles s'étalent en couches régulières dans les parties planes et abritées ou le vent les accumule dans les creux, les fossés, les petits ruisseaux. Sur la terre, elles commencent à sécher; puis gèlent, dégèlent et absorbent pendant toute la saison d'hiver une grande quantité d'eau. La décomposition des tissus s'opère largement au contact de l'air; les fermentations successives qui détruisent les matières hydrocarbonées sont lentes et l'élévation de température n'est pas sensible. C'est le contraire de ce qui se passe dans les feuilles mouillées et mises en tas. Le limbe est détruit le premier et il n'est pas rare au mois de décembre de trouver sur la terre des feuilles représentées par un ensemble de nervures fines et anastomosées qui semblent de merveilleuses dentelles. Mais, peu à peu, la masse se tasse, l'air arrive moins facilement, les composés tanniques qui se sont oxydés commencent à prendre la couleur brune de l'humus. C'est à ce moment que les petits animaux et les végétaux inférieurs commencent leur œuvre de transfor-

mation de la matière végétale organisée en humus. Leur travail devient de plus en plus actif au printemps, et, si à cette époque on vient à examiner les lits de feuilles déposées, l'automne précédent on voit un curieux spectacle. Entre des fragments de limbes et des parcelles de tissus déjà en décomposition, serpentent les mycelium rameux de Cryptogames qui forment avec la matière organique de véritables feutrages. En regardant de plus près, au microscope surtout; on y reconnaît de nombreux genres et espèces de d'Endomyxcées et aussi en particulier sur les aiguilles de Conifères, des Ceratium. Les Mucorinées abondent sur les enveloppes des fleurs et des fruits et les Saprolegniacées sur les tissus parenchymateux. Les parties ligneuses sont envahies par des variétés innombrables de Basidiomycètes surtout des Trémellacées et des Hyménomycètes. On voit souvent sur les légères brindilles de bois ou d'écorce et les pétioles des feuilles des Crucibules et des Nidulaires.

Les Ascomycètes concourent aussi à l'œuvre générale, on trouve dans le terreau des Penecillium, des Aspergillus et des Pezizes. Mais le travail le plus curieux est celui des Lichens que l'on trouve surtout sur les parties ligneuses. On peut dire que ce sont les véritables créateurs de la matière organique du sol et à ce sujet nous laisserons la parole à M. van Tieghem : « Sur un minéral, sur une roche ne présentant pas de traces de sol nutritif; ni de principes hydrocarbonés, ils sont les créateurs du sol fertile. En effet, vienne à y tomber une spore d'une algue inférieure qui ne demande pour vivre que de la lumière et de l'humidité comme des Protocoques, des Nostocs, des Scytonèmes, elle se développe et offre

un milieu convenable à la végétation de Champignons qui y enfoncent leurs racines et vivent à ses dépens. Le tout devenu un Lichen, désorganise la roche par ses filaments radiculaires et peut dès lors y puiser quelques éléments minéraux. A la mort du lichen, la matière organique et les fragments de roches constituent un milieu où peuvent déjà vivre des Muscinées et c'est ainsi que peu à peu se constitue le sol apte à nourrir des Cryptogames vasculaires puis des Phanérogames. »

Pour revenir au terreau de feuilles, on peut y constater aussi un nombre considérable de variétés de Bactériacées. C'est ainsi que se constituent ces terres qui forment une masse peu homogène où dominent de gros débris organiques et des feuilles non encore décomposées, avec un mélange d'une certaine quantité de terre et d'humus très fin.

Les terreaux de feuilles les plus estimés ont une couleur brun rougeâtre; ils se forment sur des terrains sableux où l'écoulement des eaux est facile.

Dans les environs de Paris, nous trouvons beaucoup de terreaux de feuilles sur la formation des sables de Fontainebleau. A Maurepas, on en trouve d'excellent sous les bois taillis de Chênes-Rouvres avec réserves Chênes et Bouleaux; le meilleur se voit sous les cépées de quinze à dix-huit ans.

Les bois de Châtaigniers et de Charmes produisent des terreaux de feuilles riches en tanin et en général peu estimés.

Dans les environs de Gand, on rencontre un terreau de feuilles très estimé, doué de merveilleuses propriétés physiques; dans les bois taillis d'Aulnes, de Coudriers et de Peupliers qui s'étendent entre Gand et Bruges. L'exploitation de ces terres est devenue

en quelque sorte méthodique dans cette région.

On ne vient prendre du terreau de feuilles que sur un sol qui a été laissé intact depuis au moins douze ou quinze ans. Le commerce de ces terreaux en est fort actif, on a calculé que les horticulteurs de Gand en utilisent au moins 400,000 hectolitres par an. Le prix de ce terreau est relativement peu élevé, et les transports qui se font par bateaux sont aussi peu coûteux. Les ouvriers Belges qui ramassent le terreau en forment de petits tas prismatiques qui sont, de temps à autre, remués à la fourche.

En France et en particulier dans le département de Seine-et-Oise ; on extrait le terreau en retirant d'abord la couche superficielle de feuilles non décomposées. Les ouvriers raclent ensuite le sol avec leurs larges houes à terre de bruyère et en enlèvent une épaisseur de 3 à 5 centimètres qu'ils ramassent en pelotes et repoussent derrière eux. Le débardage se fait à la civière dans les endroits peu facilement accessibles, et au cas où le chargement sur voiture est facile, les ouvriers reçoivent un salaire de 1 fr. 70 à 2 fr. 25 par mètre cube de terreau de feuilles extrait et chargé.

La seule ligne de chemin de fer de Paris à Chartres, transporte annuellement 150 wagons de cette terre qui revient aux horticulteurs de 8 à 14 francs le mètre. Les marchands de terreau de feuilles le paient rarement plus de 2 fr. 50 aux propriétaires.

On avait anciennement essayé de remplacer le terreau de feuilles par des mélanges préparés artificiellement. Un des procédés les plus connus, était celui que préconisait feu M. Bertin, horticulteur versaillais. Par une forte gelée, on étalait des feuilles sur une aire et on les battait au fléau, en y incorpo-

rant du sable siliceux. Dans quelques autres systèmes, on accumulait les feuilles en tas et on y ajoutait des lits de sable, quelquefois aussi de la chaux et de l'engrais flamand. Dans ces conditions on favorisait de rapides fermentations oxydantes, puis une fermentation ultérieure entièrement anaérobie et le terreau de feuilles obtenu n'était en rien comparable à celui qui se forme naturellement sur le sol des forêts.

Au point de vue physique, cette terre a des propriétés toutes spéciales. Elle est extrêmement perméable, l'aération et la circulation de l'eau y sont des plus faciles. De plus, les nombreux débris organiques non encore décomposés forment dans ce sol de nombreuses petites cavités qui favorisent beaucoup le développement et le passage des racines. L'évaporation y est active; il est donc nécessaire d'y faire de fréquents arrosages. Cependant les phénomènes capillaires ne s'y exercent pas facilement à cause des nombreuses solutions de continuité qui s'y trouvent. Le terreau de feuilles est susceptible d'absorber et de retenir une grande quantité d'eau. Dans une de nos expériences, 100 grammes de terreau ont absorbé 190 grammes d'eau. Cette terre a une grande capacité calorifique et s'échauffe rapidement. A l'état normal, sa densité varie de 0,6 à 0,8. Au point de vue des propriétés absorbantes, nous avons déjà vu que les solutions de phosphates alcalins au millième, filtrent complètement et s'enrichissent à la suite de leur passage à travers le terreau de feuilles. Avec une solution de phosphate d'ammoniaque; nous avons vu que que 60 0/0 de ce sel se trouve absorbé par la terre, pour le carbonate

de potasse à 5 0/00, 50 0/0 sont retenus par le terreau et 93,6 0/0 au titre de 1 0/0.

Dans un essai fait avec le sulfate d'ammoniaque à 5 0/00, 11,38 0/0 ont été absorbés par cette terre,

Tout comme pour la terre de bruyère, nous donnerons des analyses typiques de terreau de feuilles avant d'en étudier les propriétés chimiques. Le premier provenait de la forêt de Rambouillet (Seine-et-Oise).

Densité apparente	0,9 0/00
Terre fine et sèche	800,0

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total	5,87	Silice	836,00
Acide phosphorique total	1,16	Potasse totale . .	3,50
Acide phosphorique soluble $C^4H^4O^4$ . .	0,48	Potasse soluble $C^4H^4O^4$	0,73
Chaux	2,60	Humus	95,30

TERREAU DE FEUILLES DE MAUREPAS (Seine-et-Oise).

Eau	279,00 0/00
Densité apparente . . .	0,66
Terre fine	615,00

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total	4,70	Silice	805,500
Acide phosphorique total	1,30	Potasse totale . .	4,980
Acide phosphorique soluble $C^4H^4O^4$ . .	0,40	Potasse soluble $C^4H^4O^4$	1,007
Chaux	1,77	Humus	170,000
		Fer	1,700

TERREAU DE FEUILLES DES ENVIRONS DE GAND (BELGIQUE)

Eau	310,00 0/00
Densité apparente	0,65
Terre fine	590,00

	P. 1000.		P. 1000.
Azote total	11,65	Silice	341,00
Acide phosphorique total	1,60	Potasse totale	1,43
Acide phosphorique soluble $C^4H^4O^4$	0,56	Potasse soluble $C^4H^4O^4$	0,81
Chaux	3,50	Humus	642,00

Les trois terreaux étudiés présentent entre eux d'évidentes analogies, mais, on y constate de grandes différences surtout en ce qui concerne l'azote combiné et l'acide phosphorique.

Le terreau de feuilles de Gand est certainement la terre la plus fertile et la mieux douée au point de vue physique. Cependant à la suite de la publication des trois précédentes analyses; quelques horticulteurs français, pensant faire œuvre de patriotisme ont prétendu que cette conclusion était erronée et que nos terreaux de feuilles des environs de Paris étaient supérieurs aux terreaux Belges. Ces controverses ont eu surtout pour effet utile d'égarer les idées des praticiens qui voient dans la science l'avenir de l'horticulture et le progrès. Il n'en reste pas moins établi que les terreaux de feuilles de Gand reconnus par l'analyse riches en tous éléments utiles, sont tellement avantageux pour la culture d'un grand nombre de plantes de serres, que plusieurs horticulteurs versaillais que nous pourrions citer, n'ont pas hésité à diverses reprises, à en faire venir à grands frais des wagons complets. Ce qu'ils n'auraient probablement pas fait si les terres de leur région étaient aussi bonnes.

La quantité d'azote contenue dans les terreaux de Gand est considérable, elle est beaucoup moindre dans les terreaux de Seine-et-Oise. Contrairement à l'opi-

nion générale ces terres sont aptes à nitrifier, ce que nous avons pu constater à diverses reprises et en particulier dans les expériences suivantes. La production moyenne journalière de 1 kilogramme de terreau de feuilles de Maurepas a été pour un ensemble de 117 jours, de 0 gr. 00081.

Un mètre cube de cette même terre pesant 660 kilogrammes et contenant 3 kg. 102 d'azote total aurait pendant le même temps produit 62 gr. 55 d'azote nitrique immédiatement utilisable par les plantes.

Nitrification dans le terreau de feuilles de Maurepas

DATES	AZOTE NITRIQUE trouvé par kilogramme de terreau	AZOTE NITRIQUE trouvé par jour et par kilogramme de terreau
	Grammes	Grammes
21 octobre 1892	0,00630	»
5 novembre 1892	0,00300	0,00021
15 —	0,00266	0,00026
25 —	0,00137	0,00013
8 décembre 1892	0,00426	0,00032
20 —	0,00703	0,00058
11 janvier 1893.	0,02896	0,00137
17 février 1893.	0,04489	0,00121

Le terreau de feuilles nitrifie donc mieux et la nitrification y dure plus longtemps que dans la terre de bruyère. Dans les cultures de plantes en pots, il est donc plus avantageux à employer que la terre de bruyère. Avec certitude, nous pouvons dire que le terreau de feuilles de Gand produit plus d'azote nitrique que les terreaux de Seine-et-Oise

Au point de vue de la rapidité de la nitrification, l'incorporation de chaux ou de carbonate de potasse a une importance très grande ; nous avons pu le

constater expérimentalement. Le carbonate de potasse y favorise la solubilisation des matières organiques.

Ces terres sont beaucoup plus riches en acide phosphorique que les terres de bruyère ; et la plus grande partie de cet acide phosphorique est en combinaison organique rapidement assimilable.

La Chaux est plus abondante dans les terreaux de Gand que dans ceux de Seine-et-Oise, ceci s'explique facilement par la nature différente des feuilles qui le constituent. L'humus est dans les premiers trois fois plus abondant que dans les derniers, ce qui sera pour les praticiens le meilleur indice de leur fertilité. Les terreaux de Seine-et-Oise sont particulièrement riches en potasse, ceci s'explique facilement par l'abondance dans nos bois des Pteris aquilina, véritables accumulateurs de cet alcali et dont les débris se mêlent aux feuilles d'arbres en décomposition ; 100 parties de cendres de Pteris contiennent 38,5 0/0 de potasse pour 17,5 de silice, 11,6 de chaux, 6,9 de magnésie, 7,9 d'acide sulfurique et 4,60 d'acide phosphorique.

Le fer est le plus souvent en quantité suffisante dans ces terres ; les sables sur lesquels elles se forment contiennent le plus souvent une notable quantité d'oxyde de fer.

Il ne faut jamais fumer les terreaux de feuilles avec des engrais azotés organiques. Les bons effets attribués à l'engrais humain sont le plus souvent dus à la réaction alcaline de ce composé. L'engrais humain est employé avec les plus grands avantages lors de la formation des composts; mais il semble peu avantageux sur les terrains ordinairement riches en

humus. Les engrais azotés immédiatement solubles y donnent de bons résultats, mais ne doivent être employés que quand il est impossible de favoriser la nitrification par les moyens que nous avons déjà indiqués. En général, l'incorporation au terreau de feuilles de phosphate ammoniaco-magnésien est utile, pour tous les autres engrais nous ne pourrions que répéter ce que nous avons déjà dit au sujet de la terre de bruyère. Voici, à notre avis, l'explication des bons résultats dus à l'emploi de l'engrais flamand sur les terreaux de feuilles de Gand.

On a pu voir que ces terres sont assez pauvres en potasse; l'engrais humain en contient une assez forte proportion sous forme de carbonate et aussi du carbonate d'ammoniaque qui agit doublement en favorisant la solubilisation des matières humiques et la nitrification.

CHAPITRE VII

MOUSSES ET SABLES

La Mousse et en particulier le Sphagnum jouent en horticulture un rôle assez important, au point de vue de la floriculture de serres.

Tous les horticulteurs utilisent le Sphagnum, au moins pour la culture des Orchidées. Les variétés S. acutifolium et S. obtusifolium se trouvent abondamment répandues dans les marais, les bois humides; en particulier, et on voit une végétation exhubérante au pied des collines de grès des Vosges. En résumé ces Mousses croissent partout où l'humidité est constante et la température peu élevée.. Le Sphagnum est retiré des bords des marais avec des râteaux à longues dents; on le fait sécher à l'air, mais non complètement, puis souvent on l'épluche, pour en retirer les tiges et les racines de Graminées et de diverses autres plantes avant de le mettre en sacs pour l'expédier aux horticulteurs. Pour l'utiliser on choisit les belles têtes, les plus vertes et on retranche la base des tiges qui sont souvent de couleur brune. On mélange ce Sphagnum avec des fibres de Polypodium et ce compost constitue le soutien des Orchidées épiphytes. Quand les exigences alimentaires des plantes que l'on cultive dans

un pareil mélange sont plus grandes, on ajoute de petites mottes de terre de bruyère et, quand il s'agit d'Aroïdées, on n'introduit pas dans ce mélange de terre de polypodium.

Le Sphagnum, qui a pour qualité essentielle la facilité avec laquelle il retient une grande quantité d'eau, constitue un milieu excellent pour le bouturage ou le marcottage de bon nombre de plantes; telles que les Nepenthes, les Dracœna, les Pandanus, etc., etc.

Garnissant la surface des pots où on cultive des Orchidées, il y entretient une bienfaisante humidité. Souvent, nous avons vu employer avec succès les belles plaques arrondies de Mousse glauque que l'on rencontre abondamment sous les grandes futaies, pour garnir les surfaces de pots où végètent de grandes Aroidées et des Mélastomacées. Cette pratique semble excellente et les récentes investigations de M. Schlœsing fils, donnent à penser que peut-être une petite quantité d'azote serait par ce moyen empruntée à l'air et utilisée pour le développement des plantes.

Il y a une douzaine d'années, de très intéressantes expériences furent tentées pour voir s'il était possible d'élever certaines plantes dans des pots remplis de Mousse ordinaire en pourvoyant à leur alimentation au moyen de sels minéraux et organiques solubles. Il est juste de reconnaître que feu M. Jolibois, le regretté jardinier du Luxembourg, obtint un certain nombre de résultats très frappants et on peut se demander comment il a pu se faire que des essais plus nombreux n'aient pas été tentés depuis. Il y a là un moyen d'investigation sur la nutrition des végétaux qui est simple et serait fécond en enseigne-

ments. La Mousse n'est là destinée qu'à jouer le rôle de soutien et de réservoir d'eau.

Sables.

Les sables siliceux purs sont très recherchés par les horticulteurs qui les utilisent de diverses façons. Ils sont avantageux à employer comme soutien pendant la multiplication des végétaux, à cause de leur grande perméabilité. Même en plein air, les pépiniéristes de la région Orléanaise obtiennent d'excellents résultats en faisant leurs bouturages dans les sablettes de la Loire qui sont perméables et contiennent aussi un peu de matières organiques.

C'est pour la fabrication des divers composts que les sables peuvent être le plus avantageusement employés. Mélangés aux terres très bien pourvues en humus fin; comme les terres de bruyère siliceuses, les sables de Fontainebleau donnent des sols favorables au sevrage d'un grand nombre de plantes. Autant que possible, quand on ne dispose que de terres argilo-calcaires, argilo-siliceuses même, quelquefois silico-argileuses pour former la base des composts, il y a avantage à y incorporer des sables à gros grains. Cette pratique est très répandue et en honneur en Angleterre, et les horticulteurs emploient surtout des sables (coarse silver sand) provenant du Bedfordshire et du Surrey. L'extraction et l'emploi de ces sables donnent dans ce pays lieu à un commerce très actif, ils se vendent à la tonne sur place et même en sacs. Pour les horticulteurs Français qui voudraient en utiliser, nous citerons des formations siliceuses de sable quartzeux à la côte

Saint-Martin d'Etampes et les sablières des environs de Dormans (Marne).

Tannée.

La tannée est surtout employée en horticulture comme productrice de chaleur; on en forme des couches où l'on enterre les pots des plantes de serre. Cette matière a une fermentation lente; mauvaise conductrice de la chaleur et susceptible de retenir une grande quantité d'eau, son emploi est avantageux dans nombre de cas, car elle peut entrer ultérieurement dans la formation des composts. Il faut à cet effet la mélanger avec une forte proportion de chaux vive en poudre, au moins 10 0/0. Elle produit alors rapidement un terreau doux susceptible de nitrifier rapidement si on le mélange avec de la bonne terre franche.

On emploie encore pour la multiplication des végétaux, la sciure de bois et les fibres de noix de coco. Après leur usage, ces produits doivent être utilisés comme la tannée, mais donnent des terreaux beaucoup moins riches en éléments fertilisants.

CHAPITRE VIII

TERRES MODIFIÉES ARTIFICIELLEMENT

TERREAU DE COUCHES

Les maraîchers et un grand nombre d'horticulteurs utilisent comme source de chaleur le fumier de cheval. On sait que le fumier frais mis en tas, et arrosé, fermente en produisant une élévation de température très considérable. Le terreau de couches est le produit résiduaire de cette fermentation.

Pour établir une couche, le jardinier creuse le sol jusqu'à une trentaine de centimètres de profondeur sur une largeur qui varie généralement avec les dimensions des châssis de couche qu'il emploie. Le terrain propre à l'établissement de ces couches ou réchauds de fumier doit être perméable et sinon soigneusement drainé. Le fumier, choisi aussi frais et pailleux que possible est épandu à la fourche et régulièrement foulé aux pieds. On en entasse une épaisseur de 45 à 60 centimètres, puis on arrose fortement et régulièrement la couche ainsi formée.

A ce moment le fumier de cheval répond le plus souvent à la composition suivante :

	P. 1000.		P. 1000.
Eau	750,00	Azote	3,90
Acide phosphoriq.	3,80	Potasse	4,50

Le dernier lit pailleux est recouvert d'une petite quantité de terreau de couches déjà consommé, dans lequel se font généralement les semis ou les repiquages. Puis, on dispose sur les couches, des coffres en bois recouverts de châssis qui servent d'accumulateurs de chaleur (solaire et artificielle).

Les maraîchers et les horticulteurs ne placent pas immédiatement leurs plantes sur une couche qui vient d'être terminée. Ils savent trop bien qu'ils s'exposent à en faire périr les racines, car la température produite pendant les premiers jours par la fermentation atteint parfois 80°. On laisse, disent-ils, « la couche jeter son feu », après quoi, on y place les plantes en pots sans les enterrer toutefois. On attend que la température ne soit pas supérieure à 40° pour enfouir les plantes en mottes et enterrer les pots.

Après un certain nombre de semaines; on peut constater que la température de la couche est devenue semblable à celle du milieu ambiant.

Le moment est venu de la remanier; opération qui consiste à soulever le fumier, y incorporer une petite quantité de fumier pailleux et à le retourner à la fourche de manière à le mettre largement au contact de l'air. La couche est reformée comme la première fois et de nouveau la fermentation produit de la chaleur, mais pendant un temps moins long que la première fois. Les couches de fumier peuvent être ainsi remaniées trois ou quatre fois après quoi le résidu est du terreau de couches bien consommé, plus susceptible de produire de chaleur par oxydation.

Etudions en détail ce qui se passe dans les couches et voyons par quelle suite de transformations

passent les pailles avant d'être amenées à l'état de terreau. Ces pailles contiennent normalement une petite quantité de matières minérales, des albuminoïdes, des hydrates de carbone très attaquables, un produit ternaire dénommé la gomme de paille, une assez forte proportion de cellulose et une matière, la vasculose, qui semble former la paroi des trachées et des vaisseaux des végétaux. Ces pailles, sont dans le fumier, imbibées d'urines d'herbivores et d'excréments qui ont une réaction alcaline. Le milieu est donc propice au développement des bactéries. On pensait autrefois que l'élévation de température qui se produit dans les couches de fumier était due à l'oxydation des pailles sous l'influence de l'air. M. Schœsing fils a montré que la principale influence oxydante, était de nature microbienne et qu'un lot de fumier stérilisé produisait environ 25 fois moins d'acide carbonique qu'un même lot laissé à l'air dans les conditions habituelles.

Pendant les premiers jours qui suivent la construction de la couche; où la température croît, pour atteindre 40, 50 et jusqu'à 80°, la fermentation aérobie est très active, elle se continue, favorisée beaucoup par les arrosages pendant une période de temps assez longue au cours de laquelle la température décroît. Cette fermentation est très favorisée par les remaniages de la couche.

Pendant la première période de fermentation, les sucres et les hydrates de carbone disparaissent, et il se dégage beaucoup d'acide carbonique; bientôt la gomme de paille est attaquée à son tour. La structure de la litière change, la masse étant moins volumineuse, la couche s'affaisse et devient plus compacte, l'aération y est de plus en plus difficile

et c'est à ce moment que commence une fermentation anaérobie curieuse; la fermentation forménique qui dissocie la cellulose pour produire du formène, gaz combustible, et de l'acide carbonique.

Rien de plus curieux à constater que cette production de gaz inflammable par le fumier. On lui fait traverser une solution de potasse où il se débarrasse de l'acide carbonique avant de pouvoir l'allumer. La température décroît toujours dans la couche, la vasculose se transforme lentement pour devenir soluble dans les carbonates alcalins qui désagrègent aussi les combinaisons azotées. C'est ce liquide brun noir qui, imprégnant des fragments de cellulose et de brindilles ligneuses plus difficilement attaquables, constitue la partie fertile du terreau de couches.

Une couche en place n'occupe plus que les 47/00 de son volume primitif après une période d'une année et le poids du mètre cube de litière a passé de 350 à 900 kilos.

Nous avons pu analyser du terreau provenant de couches fabriquées dans le jardin potager de l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon et nous lui avons trouvé la composition suivante :

Eau.	758,00 0/00
Densité apparente . . .	0,60

	P. 1000.		P. 1000.
Azote.	22,00	Acide phosphoriq. soluble $C^4H^4O^4$. .	3,28
Acide phosphoriq. total.	4,84	Potasse totale. . .	32,60
Chaux	66,95	Humus.	405,00

Voici donc une terre artificielle d'une extrême fertilité. Au point de vue physique elle a toutes

les propriétés caractéristiques de l'humus et nous ne pourrions que répéter ce que nous avons déjà dit plusieurs fois à ce sujet. Au point de vue de sa constitution chimique, c'est un milieu d'une excessive richesse.

Il contient une quantité énorme d'azote total et renferme assez de chaux et de potasse pour que l'humus fortement azoté, placé dans des conditions convenables d'humidité et de température, puisse rapidement nitrifier. Nous avons trouvé par jour et par kilogramme de terreau de couche en expérience une production moyenne de 0 gr. 00463 d'azote nitrique, quantité considérable qui correspond à la solubilisation de 1 gr. 7 d'azote organique par kilogramme de terreau en une année.

Nitrification dans le terreau de couches

DATES	AZOTE NITRIQUE trouvé par kilogramme	AZOTE NITRIQUE trouvé par jour et par kilogramme
	Grammes	Grammes
21 octobre 1892	0,12004	»
15 novembre 1892	0,09806	0,009806
25 —	0,05078	0.005078
8 décembre 1892	0,06878	0,005292
20 —	0,04014	0,003347
11 janvier 1893.	0,05530	0,002632
17 février 1893.	0,04376	0,001190

On peut voir que la production journalière d'azote nitrique est progressivement décroissante ; ce qui est évidemment dû à la disparition dans les eaux de drainage de bases capables de saturer l'acide nitrique formé.

La quantité de potasse contenue dans le terreau

de couches et qui provient pour la majeure partie de l'urine des herbivores est intéressante à constater et explique avec la présence d'une notable quantité de chaux, tout entière à l'état d'humate, l'intensité de la nitrification.

On a pu voir aussi que la presque totalité de l'acide phosphorique est sous un état immédiatement assimilable.

Nous constatons donc que les maraîchers ont à leur disposition et à un prix relativement bas, si l'on défalque la valeur productive de la valeur de la chaleur dégagée ; une terre artificielle sans rivale au point de vue de la fertilité et qui peut, si nous osons hasarder cette expression, servir de semence de ferment nitrique. Aliéner ou ne pas utiliser ce terreau de couches, est donc une opération détestable. Un mètre cube de terreau bien consommé pèse 900 kilos et n'est pas vendu par les producteurs (horticulteurs) plus de 5 francs le mètre, prix maximum. Cette quantité de terreau renferme sensiblement l'équivalent de 900 grammes de nitrate de soude en azote nitrique ; près de 3 kilos d'acide phosphorique assimilable dont la valeur est au moins de 1 franc le kilo ; en plus 28 kil. 800 de potasse et nous ne comptons pour rien l'humus et tous les autres éléments composants. La valeur du terreau établie, même au prix de revient des éléments fertilisants susceptibles d'être achetés comme engrais, est supérieure, et de beaucoup au prix de vente.

Il faut donc dans tous les cas où on trouve du terreau de couches à ce prix en acheter et ne jamais en vendre ; car toujours, son incorporation dans les composts est le gage de leur fertilité ultérieure.

Avant de terminer sur le terreau de couches nous

tenons à expliquer quelques faits assez désagréables pour les jardiniers qui se produisent parfois pendant l'utilisation des réchauds. Il arrive qu'une certaine partie de couche dégage une épouvantable odeur de sulfhydrate d'ammoniaque; les plantes qui se trouvent en cet endroit périssent parfois. La cause de cette production de sulfhydrate d'ammoniaque (le plomb) est une réduction des sulfates, surtout de chaux qui se trouvent dans la partie basse des couches. Ce sulfate de chaux provient souvent de plâtras qui sont amenés par hasard avec le fumier. Quelquefois même des arrosages avec des eaux séléniteuses suffisent.

Ce sont des ferments spéciaux qui, avides d'oxygène, transforment les sulfates en sulfures, ces ferments sont eux-mêmes détruits par d'autres organismes qui dissocient les sulfures. Il se forme alors de l'acide sulfhydrique qui réagit sur le carbonate d'ammoniaque et cause dès lors l'infection signalée plus haut. Comme conclusion pratique : veillez à ne pas incorporer de plâtre dans vos couches pendant leur formation.

COMPOSTS

Au point de vue horticole, le terme compost peut être compris de deux manières différentes.

Ou bien : 1° un compost est une matière terreuse hétérogène, provenant de la décomposition d'un mélange de substances hétéroclites; en général des déchets d'exploitation, décomposés et réduits en une sorte de terreau sous l'influence de la chaux et de diverses conditions atmosphériques. Ou : 2° le compost est un mélange soigneusement préparé et

souvent amendé, de terres spéciales ; ce mélange est le plus souvent destiné à des cultures ayant des exigences toutes particulières.

Dans une exploitation horticole, quelle qu'elle soit ; on se trouve toujours en présence d'une accumulation de déchets de nature très variée. Feuilles mortes, débris de fleurs et de tiges, plantes inutilisables, vieilles sciures, tannées, terres usées, cadavres de petits animaux, balayures, déchets de ménage et matières fécales solides et liquides.

Toutes ces substances sont encombrantes, quelquefois désagréables à manier et le plus souvent on cherche à s'en débarrasser sans songer à leur valeur fertilisante. Cette manière de voir est à notre avis absolument condamnable, et il ne faut en aucun cas perdre ce stock peu coûteux de matières utiles, qui, après avoir subi quelques opérations simples, sont transformées en terreau assez fertile.

Pour utiliser les déchets d'une exploitation, il faut d'abord connaître approximativement le cube de matériaux qui peuvent s'accumuler ainsi en une année. Supposons que notre établissement fournisse annuellement 40 mètres cubes de déchets.

Nous choisissons un emplacement autant que possible masqué par des plantations, peu en vue, mais cependant facilement accessible. Sur le terrain nivelé on trace le plan de trois aires susceptibles de recevoir chacune 40 mètres cubes de déchets. Notre terrain devra avoir 12 m. 50 de longueur sur 5 mètres de largeur dans notre cas spécial (ABCD).

Les côtés de ce rectangle sont tracés sur le terrain et pavés ; puis on détermine le point O à 6 m. 25 de A. Les lignes CO et DO seront les axes de pente. Le

point O devra se trouver à une profondeur de 75 centimètres ; à cet endroit, on établira en contre-bas une fosse étanche et couverte de 3 à 4 mètres cubes dans laquelle seront recueillies les déjections des cabinets de l'exploitation qui seront placés au niveau du sol en O. Une pompe à purin à aspiration, permettra de vider cette fosse et de distribuer à l'aide de rigoles en planches, les déjections sur les tas de compost en formation.

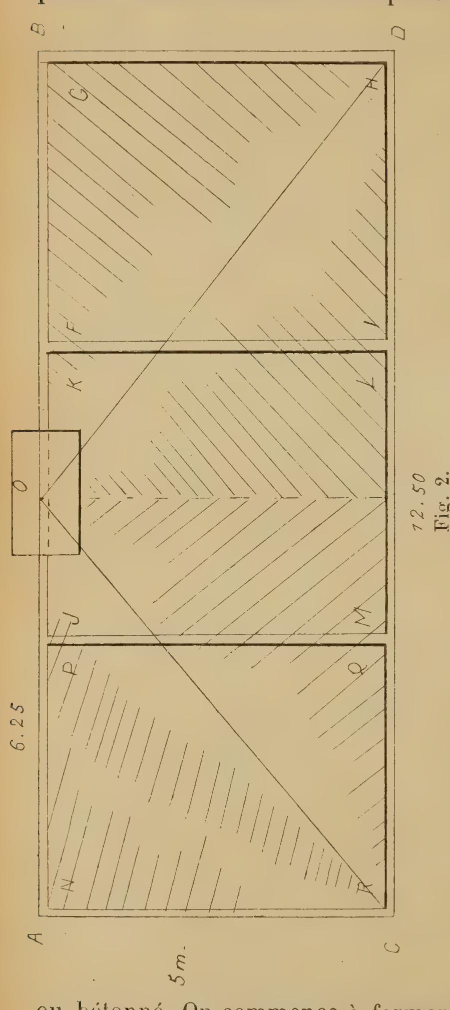


Fig. 2.

Autant que possible, le sol doit être pavé ou bétonné. On commence à former un tas de com-

post en étalant les matières hétéroclites sur l'espace FGHI du plan. On élimine avec soin les gros débris ; pierres, morceaux de bois, de fer, plâtras et, on incorpore au tout des blocs de chaux vive à raison de 1 0/0 au moins. Il faut mélanger à la pelle les vieilles terres ; tannées, sciures avec 3 à 4 0/0 de chaux vive et on continue toujours de la même manière en ayant soin d'intercaler des couches de terre et des lits de débris et d'arroser. Le tas terminé ne doit pas avoir plus de 2 mètres à 2 m. 50 de hauteur ; il faut avoir eu soin de le faire arroser de temps à autre avec des matières fécales et surtout de le remuer et de le reformer sur une autre aire en hiver, pour bien mélanger les substances qui commencent à s'y décomposer. Quand l'année est terminée ; on recommence la formation d'un tas identique au premier sur l'aire J K L M. Pendant cette période le premier tas doit encore être remué et on y ajoute 1 0/0 de chaux. A la fin de la deuxième année on édifie le troisième tas N P Q R toujours de la même manière.

Le premier tas de compost n'est donc utilisé que trois ans après sa formation ; on retrouve alors là, au lieu d'un mélange hétéroclite, un terreau doux, très riche et très fertile; des plus facile à utiliser pour le rempotage d'un grand nombre de plantes. Ce système a en outre l'avantage d'assurer la parfaite utilisation des matières fécales qui souvent, sont inutilisées dans les établissements d'horticulture. On admet à cet effet aujourd'hui avec Heiden, qu'un seul individu produit en une année :

	DÉJECTIONS solides	DÉJECTIONS liquides	ENSEMBLE
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
Quantités.	48,50	438, »	486,50
Matière sèche.	11, »	23,30	34,40
Azote.	0,80	4,40	5,20
Acide phosphorique. . .	0,60	0,66	1,26
Potasse.	0,26	0,81	1,07

C'est donc une masse très considérable de matières fertilisantes qui viennent enrichir notre compost et lui apporter bon nombre d'éléments indispensables à la constitution d'une terre fertile.

Quelles sont les réactions qui s'opèrent dans les composts. Il y a d'abord une action directe de la chaux vive, du carbonate de potasse des cendres et des urines sur les matières organiques.

Ces substances dissocient également les sels ammoniacaux et libèrent l'ammoniaque. Mais, cette ammoniaque est immédiatement absorbée et retenue par la terre incorporée dans le compost. Puis, il se développe bientôt dans ce milieu alcalin, chaud et humide, une fermentation nitrique active qui transforme l'azote organique en nitrates solubles. Les arrosages à l'engrais humain et les recoupages favorisent la nitrification et celle-ci y est si active qu'il n'est pas rare de doser plus de 10 grammes de nitrates dans un kilogramme de compost en formation. Il faut s'attacher à ce que l'aération du tas soit facile, pour permettre les phénomènes de combustion. Boussingault a dit avec raison que ces composts doivent être considérés comme de véritables nitrières; et le système que nous avons proposé, offre l'avantage de ne pas perdre ces nitrates,

car les tas sont arrosés avec leurs propres eaux de drainage.

Pour résumer cette question des composts; nous pensons que, quand on aura pris l'habitude de fabriquer ainsi des mélanges; on aura réalisé des économies, au point de vue de la déperdition des matières fertilisantes auparavant non utilisées, et par la production de terreaux riches; remplaçant les terres spéciales toujours coûteuses. On établit aussi de la sorte, des habitudes d'ordre et de propreté qui sont toujours avantageuses dans une exploitation quelconque.

Voici donc l'horticulteur possesseur d'un bon terreau. En dehors de son sol naturel; il dispose aussi de terreau de couches, de sable, de terre de bruyère, de terreau de feuilles et de bonne terre de gazon. Comment emploiera-t-il ces diverses variétés de terres et quelles seront les considérations qui devront alors le guider.

La première chose à faire est de se rendre compte de la végétation naturelle des diverses espèces de plantes que l'on cultive et de définir leurs besoins en ce qui concerne le sol. Cette étude doit être faite par les explorateurs et les collecteurs de plantes; mais, elle est malheureusement encore, toujours vague et ne donne que rarement d'utiles renseignements. Puis, il faut aussi comprendre, qu'il est absolument impossible dans un grand nombre de cas, d'imiter complètement (surtout pour les cultures en pots), les propriétés et la composition exacte du sol naturel.

C'est ainsi que l'on aurait des résultats déplorables, si on essayait de cultiver une vigne croissant vigoureusement dans un sol calcaire dans ce même sol

placé dans un pot, et un Cypripedium bellatulum dans une terre argileuse, compacte, comparable cependant à celle où il croît dans son pays d'origine.

Le milieu extérieur influe énormément sur la nature des terres à employer dans les cultures artificielles ; rien ne pourrait mieux le prouver que les divers modes de culture adoptés pour une même plante dans différents pays.

Il est facile de s'en rendre compte en ouvrant une collection de journaux horticoles. On voit que, pour les Cocos Weddeliana, par exemple, les horticulteurs Anglais recommandent fortement l'emploi de bon loam pour les rempotages, tandis que les praticiens belges ne peuvent pas comprendre que ces plantes puissent pousser autrement que dans du terreau de feuilles pur. Ils sont tous de bonne foi, cependant, et obtiennent avec des procédés différents des plantes sensiblement identiques. C'est tout simplement une question de milieu extérieur; de plus ou de moins de chaleur, des arrosages et une nutrition assurée d'une manière différente qui produit ces divergences d'opinions et de traitements et, ce qui le prouve le mieux c'est que quand nous, horticulteurs de la région parisienne, nous essayons d'imiter à la lettre, soit les Belges, soit les Anglais; nous avons de déplorables résultats et sommes obligés d'employer un moyen terme.

On peut dire sans fausse honte, qu'à part pour certaines cultures très spéciales comme celle des plantes de terre de bruyère ou des ognons à fleurs, et de quelques autres végétaux comme les Chrysanthèmes; dont la culture a été étonnamment perfectionnée, les horticulteurs n'ont que des idées générales sur les aptitudes particulières des sols qu'ils

ont à leur disposition, à convenir à des genres de plantes déterminées.

On a divisé les végétaux en plantes calcifuges et en plantes calcicoles, et un horticulteur n'aura pas l'idée de cultiver un Erica autrement que dans une terre humifère. Cependant, quand nous voyons dans certains établissements, presque toutes les plantes cultivées dans des terres humifères, nous concluons à une exagération et à une dépense inutile de matériaux coûteux. Il faut avoir vu les cultures de certains jardins botaniques pour avoir une idée de la résistance que les végétaux peuvent opposer aux traitements barbares et aux terres impropres à assurer leur nutrition. Nous savons parfaitement par nous-mêmes, que si la critique est aisée, l'art est difficile et qu'il n'est pas facile d'apporter en peu de temps d'immédiates améliorations. L'horticulteur qui, pour la première fois, tente une culture nouvelle doit s'enquérir des conditions naturelles de vie de la plante qu'il va avoir à élever. Souvent l'examen du système radiculaire peut lui donner de très utiles indications ; mais dans tous les cas, l'expérience s'impose et c'est ainsi qu'en combinant deux à deux ou trois à trois les sols que nous avons étudiés, on arrive à constituer un mélange dont les propriétés physiques surtout sont particulièrement propres au développement de l'espèce considérée.

C'est dans cet ordre d'idées que l'on peut réaliser des économies sur l'emploi de terres coûteuses comme les terres de bruyère et les terreaux de feuilles en les remplaçant dans les mélanges par des composts analogues à ceux dont nous avons déjà parlé.

Avant d'employer ces composts spéciaux, on devra être fixé par des analyses sur leur composition

et par suite sur leur richesse et s'ils manquent d'un ou de plusieurs éléments utiles, il y a avantage à les améliorer de suite. C'est en agissant de cette façon, que l'on peut arriver à de merveilleux résultats économiques. Et celui-là en est bien convaincu qui a vu un cultivateur hollandais surveiller sur ses terres sableuses l'épandage et l'enfouissement de fumiers très décomposés ; les Belges soigner leurs terreaux de feuilles ; les jardiniers anglais leurs bons loams et nos cultivateurs de plantes molles fabriquer et enrichir leurs composts.

Pour nous, l'avenir de l'horticulture est dans la production rapide et à bas prix. Pour arriver à ce résultat, nous estimons que les mélanges ou les terres que nous mettons à la disposition des plantes doivent être riches au maximum et seulement riches en éléments utiles à l'espèce de plante considérée, ce qui implique des différences de composition de sol pour les diverses cultures. Ces différentes terres seront obtenues par des mélanges en proportions variables, des types que nous avons pu étudier, complétés quand il y aura lieu par l'adjonction d'engrais complémentaires.

Nous pensons que les engrais ne doivent pas parmi les facteurs importants de la végétation, avoir dans l'esprit de l'horticulteur la place prépondérante ; leur rôle réel est complémentaire et secondaire. En un mot, ils serviront plus souvent de « condiments que d'aliments pour les plantes ».

Pour compléter cette question, nous donnons, mais seulement à titre de documents et sans les recommander autrement, l'indication de mélanges propres d'après un grand nombre d'auteurs au développement rapide des espèces suivantes :

Abréviations	TG. Terre de gazon ou loam.	S. sable.
—	TB. Terre de bruyère.	TC. terreau de couches.
—	TF. Terreau de feuilles.	

Abutilon.	TG humifère, TB sableuse, TF.
Adiantum.	TG fibreuse, TB sableuse.
Allamanda.	TB sableuse, TF.
Amaranthe.	TG, TC.
Amaryllis.	TG fibreuse, TF et S.
Andromeda.	TB sableuse.
Anemone.	2 p. TG humifère, 1 TC, 1/6 S.
Aquilegia.	TG sableuse, TF.
Aralia.	TG sableuse, TB, TC.
Araucaria.	TG humifère, TF, S.
Aspidistra.	TG riche, TF, S.
Aster.	TB, TF, TG.
Auricula.	4 p. TG fibreuse, 1 TF, 1 TC, 1 S.
Azalea.	TF, TB 1/4.
Begonia.	TG, TF, TC, S.
Bignonia.	2 TG fibreuse, 1 TB, 1 TF, 1 S.
Boronia.	TB sableuse.
Bouvardia.	TG fibreuse, TF, S grossier.
Cactus.	1/2 TG fibreuse, 1/2 S.
Caladium.	TG humifère, TF, TC.
Calcéolaires.	1/2 TG fibreuse, 1/8 TC, le reste TF.
Camellia.	TB tourbeuse.
Chrysanthèmes.	4 TG, 1 TC, 1 TF, 1 S, 1/3 cendres.
Cinéraires.	1/2 TG, 1/4 TF, 1/4 TC.
Clethra.	TB siliceuse.
Cocos.	2 TG riche, 1 TB, 1 S.
Cyclamen.	TG fibreuse, TF.
Cypripedium.	TB motteuse, 1 Sphagnum.
Dracœna.	TG fibreuse, TB motteuse.
Epacris.	TB sableuse, 1/6 S.
Epiphyllum.	TG sableuse, TF, mortier sec.
Erica.	TB fibreuse, 1/3 S.
Eucharis.	TG riche, 2 1/2 TF, 1 1/2 TC.

Ficus.	TG sableuse, TF.
Fougères.	TF, S.
Freesia.	TG sableuse, TF, TC.
Fuchsia.	2 TG sableuse, 1 TC.
Gardenia.	2/3 TB, 1/3 TG humifère.
Hibiscus.	TB, TG sableuse.
Hydrangea.	TG argileuse, TC.
Jacinthes.	TB sableuse et TG sableuse.
Jasminum.	TG argileuse, TB.
Lapageria.	3 TB tourbeuse, 1 TG, 1 S.
Latania.	2 TG, 1 TB, 1/4 S.
Maranta.	TF, TB tourbeuse, S.
Medinella.	1 TB, 1 TF, 1 TG, 1/6 S.
Nepenthes.	2 TB fibreuse, 1 Sphagnum.
Œillets.	TG fibreuse, TF, TC.
Pandanus.	2 TG sableuse, TF 1.
Pelargonium.	TG humifère, 1/4 TC et S.
Petunia.	2 TG, 1 TC.
Philodendron.	TB motteuse, TF, S.
Phœnix.	TG humifère, 1/4 S, TC.
Poinsettia.	1/3 TG humifère, 1/4 TC, 1/2 TF.
Polygala.	TB tourbeuse.
Renoncules.	4 TG, 1 TF et TC.
Réséda.	2 p. TG, 1 TC, 1 Raclures de mortier.
Rhododendron.	TB.
Rosiers.	TG argileuse, TC.
Salvia.	TG g' légère, TC.
Sarracenia.	TB tourbeuse, Sphagnum.
Silènes.	TG sableuse et S.
Stephanotis.	TG humifère.
Strelitzia.	2 TG, 1 TB sableuse.
Tulipes.	2 TG, 1 TC.

CHAPITRE IX

COMPOSITION DES RÉCOLTES

A la suite de l'étude des différents sols utilisés par les horticulteurs, nous sommes arrivés à avoir des notions assez exactes sur leurs propriétés physiques et sur leur richesse en éléments utiles aux plantes. Quand il s'agit d'appliquer ces connaissances à une culture déterminée, il devient absolument indispensable de savoir exactement quelles sont les exigences alimentaires de la plante considérée. Il faut à cet égard, non seulement connaître la composition centésimale de cette plante, mais encore sa production moyenne de matières végétales dans les meilleures conditions ordinaires de développement.

Nous avons déjà eu l'occasion de voir, dans le chapitre premier, que la composition d'une même plante varie suivant certaines conditions de développement, et nous avons eu soin, à ce moment, de faire remarquer que pour être valable, l'analyse d'une plante doit porter sur l'ensemble de tous ses organes : racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits, et que la plante analysée doit être autant que possible choisie comme représentant le type le plus pur, le plus beau, le plus vigoureux, en un mot le plus amélioré de l'espèce. Ce qui conduit à dire que

l'expression de la composition d'une plante n'est pas une formule fixe et définitive, car toutes les plantes subissent sous l'influence de la culture et de la sélection de lentes modifications améliorantes, qui peuvent énormément troubler et changer leur mode naturel de nutrition. Les analyses de plantes devront donc être refaites de temps en temps ; elles placeront, pour ainsi dire, autant de nouveaux jalons qui sillonneront la route du progrès. Ce seront seulement des bases d'amélioration, modifiables, il est vrai, mais qui rendront des services.

Pour exprimer la composition d'une plante d'une manière claire et compréhensible, il nous a semblé avantageux d'adopter le moyen suivant.

Tous les chiffres des tableaux suivants indiquent la quantité en grammes d'éléments variés contenus dans un kilogramme de chacune des plantes désignées, à leur état naturel, c'est-à-dire non desséchées, ni ayant subi aucun autre traitement.

Pour établir ces chiffres on a analysé des racines, des tiges, des feuilles et des fruits, on a noté les quantités proportionnelles de ces organes composant la plante. Les nombres donnés représentent bien l'ensemble de la composition établie d'après une moyenne proportionnelle.

Si nous prenons dans un des tableaux le Glaïeul, par exemple, nous voyons de suite que 1 kilogramme de cette plante contient 771 grammes d'eau, et 229 de matière sèche qui renferme 3 gr. 35 d'azote, etc., etc.

Pour utiliser ces renseignements pratiquement, il suffira à un cultivateur de Glaïeuls de choisir, dans une de ses plates-bandes, une unité de sur-

face, un mètre carré par exemple, d'arracher les plantes qui s'y trouvent et de les peser en retirant la terre qui entoure les racines avec soin. Il lui suffira, dès lors, de multiplier le nombre de kilogrammes que pèsera sa récolte par les chiffres qu'il trouvera sur nos tables, pour savoir exactement ce que ces plantes ont soustrait d'azote, de potasse, d'acide phosphorique au sol, etc., etc. Il aura acquis en même temps la connaissance de la productivité de 1 mètre carré de sa terre couverte de Glaïeuls, ce qui, l'année suivante, lui permettra de ne pas repeser sa récolte, ou tout au moins de le faire moins souvent.

Il sera très intéressant de publier cette aptitude productrice d'un mètre superficiel des divers terrains, pour toutes les plantes cultivées en horticulture. Ceci permettra de construire des tables qui, combinées aux tableaux de composition de plantes, seront dans quelques années indispensables pour indiquer, après avoir fait les analyses des terres, quels sont les engrais complémentaires à ajouter pour produire à coup sûr une abondante récolte soit de fleurs, soit de feuilles ou de fruits.

Nous devons ajouter que les tables de productivité végétale seront encore plus variables que les tables de composition de plantes et que les horticulteurs spécialistes trouveront grand avantage à vérifier très souvent les chiffres qu'ils auront déjà obtenus, qui si nous ne nous trompons pas, doivent devenir de plus en plus grands.

Voici les quelques compositions de plantes utilisées en horticulture que nous avons pu réunir. Nous en devons bon nombre à MM. Muntz et Girard, deux à M. Griffith et nous avons déterminé les autres.

Composition de un kilogramme (état normal) de quelques plantes cultivées

EN GRAMMES

ÉLÉMENTS	ODONTOGLOSSUM Crispum	CATTLEYA LABIATA		VRIESEA Splendens	ANTHURIUM Scherzerianum	LATANIA Borbonica (feuilles)	GLADIOLUS Gandavensis	AZALEA INDICA			ERICA Scoparia sec
		Vieux pseudo-bulbes	Jeunes pseudo-bulbes					Feuilles	Tiges	Racines	
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Eau	918,60	908,79	919,29	785	800	800	771	480	550	230	149,40
Matière sèche .	81,40	91,21	80,71	215	200	200	229	520	450	770	850,60
Azote	0,67	1,10	0,919	1,84	4,28	2,342	3,35	9,672	5,04	7,392	6,804
Cendres	7,80	4,15	6,29	17,20	18,80	30,80	22	19,76	18,90	40,81	19,05
Potasse	1,98	1,04	1,58	6,467	8,864	3,72	4,158	1,754	2,683	3,383	6,038
Soude	»	»	»	»	»	»	1,98	»	»	»	1,094
Chaux	1,55	1,58	1,919	3,336	3,714	4,743	2,904	3,735	4,105	0,869	3,318
Magnésie. . . .	0,88	0,29	0,506	»	»	»	2,684	»	»	»	2,529
Oxyde de fer. .	0,055	0,008	0,012	»	»	»	0,704	0,023	0,022	0,040	0,582
Silice	0,169	0,124	0,657	2,614	0,535	18,295	1,056	9,089	5,14	31,831	2,566
Acide phosphorique	0,239	0,08	0,366	1,10	1,143	0,862	6,204	1,359	1,088	1,305	0,520
Acide sulfurique.	0,081	Traces	Traces	»	»	»	1,76	»	»	»	1,550
Maganèse . . .	Traces	Traces	Traces	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore	»	»	»	»	»	»	0,55	»	»	»	0,447

Composition de un kilogramme (état normal) de quelques plantes cultivées

EN GRAMMES

ÉLÉMENTS	AURICULE	CHOU	POMME DE TERRE	POIS	HARICOTS		LENTILLES		HOUBLON		
					Graines	Paille	Graines	Paille	Tiges 41 0/0	Feuilles 18 0/0	Cônes 41 0/0
Eau.	782	890	740	743	»	»	»	»	627	655	746
Matière sèche. . . .	218	110	260	257	»	»	»	»	373	345	254
Azote.	3,750	2,060	1,370	14	41,50	10,40	38,10	10,10	3,50	7,01	6,15
Cendres.	26	13	12	24	»	»	»	»	»	»	»
Potasse.	4,316	4,420	6,456	4,624	14	10,70	7,70	5,20	1,94	2,88	2,93
Soude	2,210	0,325	0,084	4,152	»	»	»	»	»	»	»
Chaux	3,692	2,041	0,360	1,656	2	18,60	1	2	»	»	»
Magnésie.	2,314	0,650	0,960	2,136	4,10	3,80	0,40	1,20	1,10	2,76	1,28
Oxyde de fer. . . .	0,546	1,125	0,624	0,336	»	»	»	»	»	»	»
Silice.	1,040	0,650	0,600	0,504	»	»	»	»	»	»	»
Acide phosphorique.	8,814	1,677	1,872	9,624	9,40	3,80	5,20	4,80	0,86	1,03	2,02
— sulfurique. . .	2,548	1,118	0,624	0,480	2,80	2,80	1,50	0,20	»	»	»
Chlore	0,520	1,040	0,420	0,288	»	»	»	»	»	»	»

Composition de 1 kilogramme (état normal) de quelques plantes cultivées

EN GRAMMES

ÉLÉMENTS	CAROTTES		PA-NAIS	NAVETS		TOPINAMBOURS		VIGNE		PTERIS AQUILINA	POMMIER			CHÈNE			
	Racines	Feuilles	Racines	Racines	Feuilles	Tubercules	Fanes	Feuilles	Sarments		Fruits	Feuilles	Bois	Bois	Feuilles sèches	Glands frais	Écorce sèche
Eau	»	»	»	»	»	»	»	600	»	150	»	»	»	150	150	560	150
Matière sèche	»	»	»	»	»	»	»	400	»	850	»	»	»	»	»	»	»
Azote	2,10	5,10	3,80	2	3	3,20	4,30	8	2	»	2,13	5,25	2,50	6	8	4,20	6
Cendres	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Potasse	3,20	3,70	4,70	2,50	3,20	8,50	4,10	2,80	3	»	1,40	3,80	2	1	3,50	6,20	7
Soude	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chaux	0,90	8,60	»	0,80	4,50	0,50	9,10	24	5,20	»	0,14	6,70	9,50	3,70	20	0,70	25
Magnésie	0,50	1,20	0,50	0,10	0,60	0,20	0,90	2,80	0,80	»	0,20	3,20	1,30	»	»	»	»
Oxyde de fer	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Silice	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acide phosphorique	1,10	1	2,10	1,10	1,30	1,40	0,70	1,60	0,40	»	0,30	1,50	1,50	0,30	1,50	1,60	0,50
Acide sulfurique	0,60	1,50	0,40	0,40	1,40	0,30	0,30	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Nous devons un très grand nombre d'analyses de cendres de plantes au Dr Griffith (1895), le savant Anglais bien connu par ses travaux si discutés sur le sulfate de fer et son emploi comme engrais. Nous regrettons bien vivement, cependant, que M. le Dr Griffith ait omis sur ses tables les quantités d'eau et les quantités proportionnelles de cendres fournies par chacune des variétés de plantes qu'il a analysées. Il y a là une lacune qui, facile à combler, le sera rapidement nous l'espérons, au plus grand profit des horticulteurs décidés à mettre en pratique les idées théoriques sur la restitution des éléments soustraits par les plantes au sol. Nous devons payer un vif tribut de reconnaissance à un travail aussi important et qui fait faire à la jeune science horticole un véritable pas de géant.

Composition des cendres de plantes utilisées en horticulture.

D'après GRIFFITH

PLANTES	ACCACIA DRUMMONDII	CACTUS	CANNA	CHRYSANTHÈMES	ECHEVERIA	GREVILLEA ROBUSTA	ERICA CILIARIS	MESEMBRYANTHEMUM	MYRTHE	RIVINA HUMILIS	VERBENA
Oxyde de fer	1,86	0,97	4,68	3,66	0,35	2,13	4	1,65	2,31	1,99	1,34
Potasse	40	7,83	12	16,23	26,88	35,62	7,61	42	36,14	38,92	28,22
Soude	3,24	36,70	5,55	10,39	5,22	3,35	9,40	2,65	6,23	5,20	5,10
Chaux	9,77	10,65	46,89	26,28	16,23	9,67	16,23	5,82	12,37	12,36	10,25
Magnésie	6,34	7,75	4,20	10,22	6,89	7,22	8,93	3,61	8,69	8,33	4,99
Silice	3,99	16,34	2,78	5,99	4,35	4,30	35,22	3,55	4,21	5,17	2,42
Acide phosphorique	27,60	7,26	20,68	19,52	32,10	31,76	4,19	34,60	21,72	20,58	42,69
Acide sulfurique	5,10	6,90	1,81	4,65	4,82	4,55	11,10	4,13	5,99	4,92	3,33
Chlore	2,64	7,30	2,59	3,60	3,16	1,67	2,12	2,53	2,34	2,53	1,66
Albuminoïdes	2,59	3	3,69	2,92	»	1,93	»	1,32	2,55	1,98	2,50

Composition des cendres de quelques plantes utilisées en horticulture

D'après GRIFFITH

	POIRES FRUITS	PRUNES D'ORLÉANS	FRAISES	Brassica oleracea caulo carpa	HELIANTHUS TUBEROSUS	TOMATES	RHUBARBE	LAITUE	ENDIVE	PEUCEDANUM SATIVUM	CAROTTES	NAVETS	BETTERAVES	RADIS
Oxyde de fer . . .	1,20	5,21	»	0,48	4,31	3,96	3,68	0,21	0,29	0,401	0,356	0,321	0,220	2,10
Potasse.	55	56,99	41,40	48,69	44,62	27	30	46,26	37,62	47,102	48,200	50,124	49,110	23,65
Soude.	8,69	5,24	1,29	3,89	9,63	10,39	9,78	6,08	11	2,004	2,681	3,621	4,836	3,01
Chaux	7,99	6,39	11,21	13,65	8,36	12,10	14,21	6,24	12,02	14,626	13,869	13,024	8,824	8,92
Magnésie.	5,42	9,25	2,93	3,18	6,89	8,21	7,33	2,15	2,13	3,635	3,712	2	7,231	3,64
Silice.	1,52	1,30	6,61	1,23	13,03	12,36	8,06	20	23,78	1,664	1,241	1,215	1,332	8
Acide phosphorique.	13,93	12,09	11,70	16,75	14,97	18,58	18,13	8,21	3,21	19,252	18,431	16,412	15,261	40,12
Acide sulfurique .	5,73	3,33	3,88	6,82	5,21	4,86	5,04	5,36	5,92	7,210	6,300	6,954	7	6,97
Chlore	0,52	0,20	»	5,31	2,98	2,54	2,03	5,49	2,03	4,106	5,210	6,328	6,186	3,59
Albuminoïdes. . .	0,36	0,36	»	1,20	1,95	2,31	1,86	1,32	1,46	1,300	1,25	1,100	2,250	1,16

Composition des cendres de quelques plantes utilisées en horticulture

D'après Griffith

	IRIS	GYNERIUM ARGENTEUM	SEDUM	HELIANTHUS ANNUUS	VERONICA spicata	VERONICA syriaca	CLÉMATITES	GENISTA	RHODODENDRON	ARTEMISIA ABROTANUM	AMPELOPSIS QUINQUEFOLIA	ABRICOTIERS	PÊCHERS
Oxyde de fer	1,80	0,45	1,40	0,22	1,86	1,72	1,92	1,80	4,69	2,61	1,92	1,71	1,20
Potasse	2,80	23,90	9,15	61,79	36,31	30,26	30,62	42,84	29,98	4,06	36,22	54,88	52,61
Soude	5,95	7,23	4,67	1,84	4,20	3,85	6,91	3,53	6,07	10,82	3,64	10,57	11,89
Chaux	34,51	15,46	65,21	12,56	10,21	11,33	16,24	16,64	3,62	6,51	8,23	3,52	4,88
Magnésie	9,67	5	2,58	6,75	5,66	6,78	6,39	10,41	5,10	10,77	6,55	3,85	4,10
Silice	36,01	25,08	5,81	0,88	2,84	3,24	4,21	5,86	21,20	50	3,67	7,85	7,71
Acide phosphorique	5,19	9,50	6,26	8,89	30,30	34,26	26,75	9,07	17,98	6,32	32,73	13,86	13,69
Acide sulfurique	2,65	8,43	3,80	1,71	6,50	6	4,65	4,89	8,36	7,90	4,69	2,95	3,21
Chlore	1,42	4,95	2,12	6,38	2,12	2,56	2,31	2,50	3,10	1,01	2,35	0,60	0,55
Albuminoïdes	2,14	»	2,20	2,53	1,95	1,72	2,14	6,40	1,86	1,82	2,96	0,23	0,18
Manganèse	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,31	0,16

Composition des cendres de quelques plantes utilisées en horticulture

D'après Griffith

	MIMULUS	PERILLA	RHODANTE	SALPIGLOSSIS	TAGETES SIGNATA PUMILA	LUNARIA BIENNIS	ANCHUSA	EDELWEISS	GERANIUM	GEUM Atrosanguineum	GEUM G. Coccineum	HUMULUS LUPULUS Tiges	HUMULUS LUPULUS Feuilles
Oxyde de fer	1,26	3,42	1,86	0,62	0,86	0,62	0,36	1,08	2,48	1,63	1,82	0,28	2,41
Potasse.	32,08	5,89	13,99	26,10	43,63	36,55	40,21	42,05	10,96	32,46	39	29,68	14,95
Soude	6,35	1,53	5,11	6,21	7,35	4,82	9,66	»	6	5,24	4,03	2,13	3,63
Chaux	14,97	37,14	30	18,36	15,69	14,36	14,02	29,80	16,73	10,23	9,45	38,73	49,67
Magnésie.	11,31	5,14	4,14	10,29	6,98	9,21	8,39	8,40	9,03	7,92	6,58	4,10	2,39
Silice.	5,46	21,99	16,90	5,67	4,11	8,22	5,21	1,23	32,97	4,81	4,96	6,07	12,14
Acide phosphorique. .	20,72	15,56	23,21	23,28	13,67	17,30	16,77	7,82	13,12	31,17	25,30	6,92	3,52
Acide sulfurique . . .	4,83	7,43	2,33	6,24	3	5,39	3,16	»	13,29	3,26	4,87	3,44	5,04
Chlore	3,02	1,90	2,46	3,23	3,12	3,03	2,22	4,26	5,42	3,28	3,99	8,65	6,25
Albuminoïdes.	2	3,27	2,19	1,82	1,25	1,12	1,89	»	1,62	1,87	1,92	»	»
Lithium.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Traces	Traces	»	»

Composition des cendres de quelques plantes utilisées en horticulture

D'après Griffith

	Datura	Godetia	Senecio elegans	Lupins	Calendula officinalis	Reseda odora	Nemophila insignis	Nigella	Palava	Silène	Ricin	Œillets Fleurs	Œillets Feuilles	Martynia
Oxyde de fer	3,94	1,23	2,98	1,56	0,92	1,96	1,23	0,96	2	1,56	0,84	7,19	6,42	1,31
Potasse	20,22	30,11	39,91	22	39,26	36,60	48,63	35,55	14,69	39,72	32,63	54,71	36,88	26,24
Soude	14,24	3,65	4,39	16,34	5,99	3,49	5,36	6,22	6,38	8,21	2,55	1,25	0,38	7,89
Chaux	4,11	12,30	14,57	5,99	30,82	7,95	15,25	17,32	28,62	13,69	40,20	5,85	27,69	12,48
Magnésie	17,56	6,21	3,58	9,21	9,63	10,29	8,22	7,84	9,65	9,21	7,45	3,68	8,27	8,20
Silice	5,21	4,55	1,52	2,31	2,10	7,39	2,11	3,69	6,98	5	2,90	1,25	3,71	4,63
Acide phosphorique	34,72	33,60	8,34	39,20	14,70	7,51	13,44	22,70	25,22	14,85	8,30	14,84	10,94	32,31
Acide sulfurique	»	5,21	10,74	2,36	4,68	18,40	3,45	3,89	4,11	4,87	3,48	4,04	4,59	4,29
Chlore	»	3,68	13,97	1,30	2,16	4,60	2,32	2,46	2,35	2,89	1,93	5,42	3,71	2,65
Albuminoïdes	1,50	1,90	1,20	»	1,65	2,24	1,96	1,93	2,60	1,63	3,80	1,20	1,36	1,33

CHAPITRE X

EXEMPLE DE CULTURE RAISONNÉE

Les tableaux de la composition des plantes utilisées par les horticulteurs; combinées avec l'étude de la productivité de ces mêmes plantes en une période connue de temps, sur l'unité de surface et les analyses des terres employées nous conduisent aux cultures raisonnées. Mais, nous devons de suite reconnaître qu'il y a encore loin de la théorie à la pratique et que les chercheurs en physiologie végétale et en procédés nouveaux de culture; ne manquent pas encore d'occasions d'affirmer leur initiative. Tout d'abord nous ferons remarquer que les éléments que nous jugeons les plus utiles à la vie des plantes ne sont peut-être pas les seuls qui aient un rôle important à jouer au point de vue de leur nutrition. Les belles expériences de M. Raulin ne nous ont-elles pas montré l'action incroyable de l'addition de quelques milligrammes d'un sel de zinc, sur le développement d'une culture de l'Aspergillus niger. Il y a donc encore beaucoup à étudier et à chercher, pour arriver à trouver pour chaque genre de plantes un mélange nutritif soluble favorable au maximum à leur développement.

Notre ambition actuelle ne va pas jusque-là. Les

connaissances que nous avons pu acquérir permettent cependant un mode d'investigation transitoire qui peut donner des résultats pratiques immédiats.

Nous prendrons comme exemple et comme application pratique des idées exprimées dans cet ouvrage; l'étude de la culture des Azalea de l'Inde; plantes que nous avons particulièrement examinées à ce point de vue.

La culture de ces Ericacées telle qu'elle est pratiquée actuellement en France, et en particulier dans les environs de Paris ; est-elle susceptible d'améliorations, nous sommes-nous demandé tout d'abord? Evidemment oui, croyions-nous; car toute culture si avancée qu'elle soit est susceptible d'être améliorée. C'était à tort, paraît-il! car, ayant consulté dans les sociétés d'horticulture quelques producteurs de la région Parisienne, on nous apprit que ces Azalea étaient actuellement si bien traitées et cultivées dans le département de Seine-et-Oise que les investigations (surtout des investigations scientifiques) étaient inutiles; et que tout allait pour le mieux dans le meilleur des mondes.

Nous ne nous tenions pas cependant alors pour battu, quand nous apprîmes que nos voisins, les horticulteurs Belges, ceux des environs de Gand en particulier, envoyaient malgré les droits protecteurs plus de 500,000 plantes d'Azalea annuellement en France.

Après avoir vu les plantes Gantoises qui étaient plus vigoureuses et plus développées que celles qui s'élevaient dans les environs de Paris notre opinion était nette. Les horticulteurs Belges produisent plus d'Azalea, et en produisent de plus vigoureux que les horticulteurs Français, les cultures Françaises

actuelles sont donc susceptibles d'être améliorées.

Il fallait évidemment rechercher les causes de cette supériorité culturale pour arriver à deux résultats : 1° obtenir des plantes aussi belles que celles de nos voisins et 2° les obtenir plus rapidement, c'est-à-dire à meilleur compte pour être capables de soutenir avantageusement une lutte commerciale.

Ayant étudié la pratique de la culture Gantoise et de la culture Versaillaise ; nous nous aperçûmes bien vite qu'il y avait peu de différence entre les deux procédés culturaux, multiplication, sevrage, taille, etc., mais, que les terres employées pour les cultures d'Azalea différaient beaucoup entre elles.

Les horticulteurs Belges ont à leur disposition le terreau de feuilles de Gand, que nous avons déjà eu l'occasion d'étudier, et les horticulteurs de Versailles des terreaux analogues à celui de Maurepas (*loc. cit.*). Nous avons déjà pu constater la différence énorme de fertilité et d'aptitudes physiques qui existent entre ces terres et nous rappellerons seulement que les terreaux de Gand renferment 11,65 0/00 d'azote total tandis que ceux de Versailles n'en contiennent que 4 à 5 0/00.

Nous nous sommes ensuite attaché à étudier soigneusement la composition centésimale des diverses parties des Azalea (variété choisie : Mme Van der Cruyssen) et leur productivité moyenne afin de nous rendre compte : 1° si le terreau de Versailles pouvait fournir aux plantes une quantité suffisante de tous les éléments utiles, pour le mode de culture actuellement suivi en Seine-et-Oise, et 2° quelles étaient les quantités d'éléments utiles fournis en surplus aux Azalea Belges par le terreau de Gand.

Ceci établi, pensions-nous, il sera facile de trouver des engrais complémentaires qui seront capables d'amener nos terreaux à un état de fertilité comparable aux meilleures terres Belges.

Voici les résultats des analyses d'Azalea :

	Feuilles.	Tiges.	Racines.
Matière sèche.	520,00	450,00	770,00
Azote.	1,86	1,12	0,96
Cendres	3,80	4,20	5,30
Chaux	18,90	21,72	2,13
Silice.	46,00	27,20	78,00
Potasse.	8,88	14,20	8,29
Fer	0,12	0,12	0,10
Acide phosphorique. .	6,88	5,76	3,20

Productivité des Azalea, par *mètre année.* (Première année.)

Moyenne mensuelle des plantes par mètre carré.	1.960 $\left(\frac{3}{12}\right)$	608 moyenne.
	800 $\left(\frac{6}{12}\right)$	
	225 $\left(\frac{3}{12}\right)$	

Les boutures apportent primitivement par mètre cube 1,329 gr. 07 de matière sèche (feuilles 1 kg.065, tige 263 gr. 81).

Les 608 Azalea ont accumulé à la fin de la première année dans leurs tissus :

	Gr.		Gr.
Feuilles . .	5.006,88		3.941,62
Tiges.	3.900,32		3.636,50
Racines . .	3.845,60		3.845,60
Matière sèche totale . . .	12.751,80	Matière sèche gagnée. . .	11.423,70

PRODUCTIVITÉ DU MÈTRE ANNÉE. (Deuxième année.)

	Gr.
Feuilles.	1.292,89
Tiges.	1.007,15
Racines.	993,02
Matière sèche totale. . .	3.293,06

PRODUCTIVITÉ DU MÈTRE ANNÉE. (Troisième année.)

	Gr.
Feuilles.	1.052,30
Tiges.	575,96
Racines.	800,70
Matière sèche totale. . .	2.428,96

La productivité totale d'un mètre carré en trois années est pour les Azalea de :

	Gr.
Feuilles.	6.286,81
Tiges.	5.219,61
Racines.	5.639,32
Matière sèche totale. . .	17.145,74

Nous allons reprendre l'étude de chacune de ces trois années de culture et voir si les terreaux de feuilles de Versailles que nous mettons à la disposition des Azalea, leur fournissent en quantité suffisante les éléments utiles qui sont nécessaires pour la formation de leurs tissus.

PREMIÈRE ANNÉE

Les Azalea exportent en azote :

	Gr.
Feuilles	73,30
Tiges	40,72
Racines	36,91
Total	150,93

Pendant cette période les horticulteurs leur fournissent :

De juillet à octobre, 196 pots de 0,07 =	30.184 cm c.	terre de bruyère.
D'octobre à avril, 100 pots de 0,10	22.854	—
	22.854	terreau de feuilles.

Au total :

52.038 cm c.	terre de bruyère pesant . .	43.833 gr.
52.854	terreau de feuilles pesant. .	48.595

Ces terres contiennent 5 /00 et 4,70 d'azote total ; mais nous ne considérons que la fraction d'azote nitrifiée. D'après nos expériences la nitrification n'est active que pendant 9 mois. Nous avons déjà trouvé que 1 kilo de terre de bruyère de Maurepas produit par jour 0 gr. 000199 et le terreau de feuilles 0 gr. 00081 d'azote nitrique. Ces terres sont donc susceptibles de fournir les quantités suivantes d'azote nitrique aux Azalea :

Terre de bruyère de Maurepas $0{,}000199 \times 270 \times 43{,}833 =$	2 gr. 359
Terreau de feuilles de Maurepas $0{,}000810 \times 270 \times 48{,}595 =$	10 gr. 629
Total.	12 gr. 988

Or les plantes exportent sensiblement 150 grammes d'azote pendant la première année, la nitrification leur en fournit 13 grammes. Il semble donc évident que les matières organiques azotées de la terre de bruyère et du terreau de feuilles fournissent d'une manière dont nous ne nous rendons pas compte, la plus grande partie du reste de l'azote nécessaire aux Azalea, car, la pratique et l'expérience

montrent que ces plantes vivent sans aucun engrais dans cette quantité de terre. Mais, si on met à leur disposition une certaine quantité d'azote soluble elles deviennent sensiblement plus vigoureuses, et, elles sont en tout cas toujours vigoureuses dans le terreau de Gand, qui fournit plus d'azote nitrique aux plantes que les terreaux de Versailles.

Donc première amélioration de la culture.

Nécessité absolue de fournir aux Azalea de Versailles plus d'azote qu'ils n'en ont actuellement à leur disposition. Pour ceci, pratiquement, supprimer le deuxième rempotage ; planter immédiatement après le sevrage les jeunes Azalea séparés dans du terreau de feuilles pur. Puis, quand les jeunes plantes ont émis de nouvelles racines, les arroser avec une solution de nitrate de soude à 0 gr. 8 par litre d'eau ou de nitrate d'ammoniaque à 0 gr. 5 par litre.

La pratique confirme la théorie et on obtient de superbes résultats (sensiblement une croissance du simple au double).

Au point de vue des matières minérales les Azalea exportent pendant leur première année :

	Gr.
Feuilles.	146,78
Tiges.	152,73
Racines.	203,81
Total.	503,32

ainsi constitués :

	Chaux.	Silice.	Potasse.	Oxyde. Fer.	Acide phosphorique.
Feuilles. . .	27,687	67,482	12,909	0,176	10,092
Tiges. . . .	33,135	41,534	21,683	0,183	8,795
Racines. . .	4,340	158,964	16,894	0,203	6,521
Totaux . .	65,161	267,980	51,486	0,562	25,408

La terre de bruyère de Maurepas et le terreau de feuilles ne fournissent aux Azalea pendant la première année que 56 gr. 54 de chaux pour une exigence de 65 gr. 161. Mais ce déficit est comblé par les eaux d'arrosage qui apportent le surplus et au delà de ce qu'il en faut.

La silice est toujours en quantité suffisante, mais nous voyons de suite qu'il n'en est pas de même au sujet de la potasse. Les Azalea en exportent 51 gr. 486 et les terres de Versailles et de Gand ne fournissent que 36 gr. 44 et 24 gr. 78 de cet alcali. Ce fait à lui seul, donnerait l'explication de l'excellent effet de l'engrais humain dilué sur les jeunes Azalea. Il faut à l'égard de son emploi, toutefois, être prudent et ne pas dépasser une certaine limite.

Nous constatons encore un déficit dans le sol au sujet de l'acide phosphorique, mais la terre de Gand est toujours la plus riche, 17 gr. 13 pour 11 gr. 03.

Il ne s'agit toujours bien entendu que de la fraction assimilable par les plantes. Il faut donc ajouter aux terres de l'acide phosphorique et l'expérience elle-même, directement le prouve.

En résumé, si les plantes que nous avons analysées n'avaient pas eu un peu d'engrais humain pour favoriser leur croissance, elles ne seraient pas si bien constituées. Les Azalea cultivés sans aucune adjonction d'engrais ne sont pas à Versailles pendant leur première année dans des conditions propices à leur alimentation.

Il leur manque de l'azote, de la chaux, de la potasse et de l'acide phosphorique.

La culture dans le terreau de feuilles de Gand plus riche en ces éléments, donne déjà de meilleurs résultats qui, cependant, sont encore améliorés par des ar-

rosages à l'engrais humain dilué. Pour améliorer la culture telle qu'elle est actuellement pratiquée à Versailles, nous avons dit ce qu'il fallait faire au sujet de l'azote, il sera utile d'abaisser la moyenne annuelle de plantes par mètre à 400 au lieu de 600, puis, avant leur plantation, incorporer par mètre carré de terreau 20 grammes au minimum de phosphate de chaux précipité. Après la reprise faire quelques arrosages à l'engrais humain ou au nitrate de soude. Nous pouvons certifier que les résultats pratiques de ce traitement ont dépassé nos prévisions.

DEUXIÈME ANNÉE

Les Azalea exportent en azote pendant leur deuxième année de culture :

	Gr.
Feuilles	24,04
Tiges	11,27
Racines	9,53
Total.	44,84

Ces plantes ont à leur disposition pendant cette période 70 kg. 7 de terreau de feuilles de Maurepas qui produit :

$70{,}7 \times 270 \times 0{,}00081 = 15$ kg. 16 d'azote nitrique, soit 20,9 0/0 de moins qu'il en faut pour leurs exigences. On peut de suite voir que leurs besoins d'azote sont beaucoup moins forts que pendant la première période ; néanmoins, il faudra encore recourir aux engrais azotés semblables à ceux que nous avons déjà conseillés. C'est à ce moment surtout que le terreau de feuilles de Gand affirme sa supériorité.

Les plantes portent en matières minérales :

	Gr.
Feuilles	33,43
Tiges	42,30
Racines	52,63
Total	128,36

ainsi constituées :

	Chaux.	Silice.	Potasse.	Oxyde. Fer.	Acide phosphorique.
Feuilles	6,31	15,37	2,96	0,57	2,29
Tiges	9,18	11,50	6,00	0,72	2,43
Racines	1,12	41,05	4,36	0,94	1,68
Totaux	16,61	67,93	13,32	2,24	6,40

On voit de suite quelle énorme différence au sujet des exigences alimentaires des Azalea existe entre la première et la deuxième année de culture.

Le terreau de feuilles de Maurepas et celui de Gand sont alors plus que suffisamment riches pour assurer à ces plantes tous leurs besoins sauf pour l'azote.

Substances exigée par les Azalea :

Azote	Potasse.	Chaux.	Acide phosphorique.
44,84	13,32	16,61	6,40

Quantité fournie par la terre de Maurepas :

15,16	31,46	55,68	12,58

Quantité fournie par la terre de Gand :

	25,48	110,11	17,61

Il faut donc donner à nos Azalea de Versailles de l'azote sous forme de nitrate de soude ; un peu d'en-

grais humain et incorporer 20 grammes par mètre de phosphate précipité.

Ne pas exagérer surtout l'emploi d'engrais flamand pendant cette période.

TROISIÈME ANNÉE

Les Azalea exportent en azote pendant la troisième année :

	Gr.
Feuilles	19,57
Tiges	6,45
Racines	7,68
Total	33,70

La nitrification du terreau de feuilles mis à leur disposition (134 kg. 45) fournit aux plantes :

$$134,5 \times 0,00081 \times 270 = 29 \text{ gr. } 45$$

On voit que la quantité d'azote nitrique mise à la disposition des plantes par le sol est presque suffisante.

L'alimentation azotée semble assurée, et en effet, pendant la troisième période l'effet des engrais azotés est beaucoup moins sensible sur les Azalea que pendant les deux premières.

Cependant, un ou deux arrosages à l'engrais humain seront toutefois utiles au commencement de la végétation pour donner un véritable coup de fouet.

Les Azalea exportent à cet âge en matières minérales :

Feuilles	39,63
Tiges	24,19
Racines	42,43
Total	106,25

ainsi constituées :

	Chaux.	Silice.	Potasse.	Oxyde. Fer.	Acide phosphorique.
Feuilles. . . .	7,39	18,39	3,51	0,61	2,72
Tiges.	5,25	0,70	3,33	0,41	1,39
Racines. . . .	0,90	33,19	3,51	0,72	1,35
Totaux . . .	13,54	52,28	10,35	1,74	5,46

Les terreaux de feuilles de Gand et de Versailles sont plus que suffisamment riches pour subvenir pendant la troisième année de culture aux besoins des Azalea en matière minérales.

	Prise par les plantes.	Fournie par le terreau de Gand.	Terreau de Versailles.
Chaux.	13,54	209,72	106,05
Potasse	10,35	48,53	59,92
Acide phosphorique	5,46	33,55	23,96

La différence de composition des terreaux de Gand et de Versailles nous fait croire que l'addition d'une petite quantité de phosphate précipité sera encore profitable aux Azalea pendant la troisième période et nous avons vu déjà ce qui est avantageux au point de vue de l'azote.

Il résulte de l'étude des Azalea indica au point de vue général que :

1° Plus ces plantes sont jeunes, plus leurs exigences en azote et en acide phosphorique sont grandes.

2° Plus les Azalea vieillissent, plus le sol leur offre d'azote soluble et d'éléments minéraux.

En pratique, pour améliorer la culture des Azalea, assurer aux boutures reprises un espace plus consi-

dérable que celui qui leur est actuellement donné.



Fig. 3. — Plantes de dix-huit mois.

Ne plus employer de terre de bruyère et se servir exclusivement de terreau de feuilles.

Comme la supériorité du terreau belge a été prouvée ; il faudra donner aux Azalea cultivés dans les terreaux de Versailles et pendant toute la durée de leur vie, de l'acide phosphorique en surplus. Ce que l'on pourra faire facilement en incorporant 20 grammes de phosphate de chaux précipité avant les plantations dans le terreau de feuilles ou mieux encore, 12 à 15 grammes de phosphate d'ammoniaque donnés en solution et de temps à autre.

Fournir d'autant plus d'azote que les plantes sont plus jeunes : première année, par mètre 25 à 30 grammes ; deuxième année, 20 à 25 grammes ; troisième année, 10 à 15 grammes de nitrate de soude de temps en temps en solution.

L'application pratique de ces recherches a été réalisée à Versailles depuis 1892 après les expériences. L'amélioration obtenue a été évidente pour tous, et les plantes résultant de cette culture sont en tous points identiques à celles qui croissent dans les meilleurs terreaux de Gand avec adjonction d'engrais flamand. Le but visé a donc été atteint, et ceci d'une manière économique : en effet, la dépense en engrais complémentaires pour une culture de 30.000 Azalea s'évalue ainsi qu'il suit au maximum.

	Nitrate de soude.	Phosphate précipité.
Première année. . . .	1.385 gr.	990 gr.
Deuxième année . . .	4.775	3.820
Troisième année. . . .	6.630	8.840
	12.790	13.650

La valeur de ces produits est insignifiante : le nitrate de soude valant 22 francs les 100 kilos et les phosphates précipités 30 à 35 francs.

Nous ne pouvons mieux terminer cet exemple de culture raisonnée, exemple que la place nous oblige à donner aussi simplifié que possible, que par ces considérations économiques qui montrent qu'il est possible de réaliser de grandes améliorations dans une culture importante et à un prix de revient très peu élevé.

CHAPITRE XI

CONCLUSIONS

Arrivé au terme de ces études, notre premier devoir sera de remercier le lecteur attentif qui a voulu malgré l'aridité du sujet nous suivre jusqu'à la fin, et, nous nous estimerons particulièrement heureux, si nous avons pu, saper en passant quelques-unes de ces souches de préjugés qui entravent la route du progrès et surtout attirer l'attention de nos confrères sur ces questions qui seront certainement prises en haute considération par l'Horticulture de l'avenir.

Quand nous examinons le faible bagage des connaissances acquises ; nous restons effrayé devant la masse d'études et de recherches à entreprendre avant de voir poindre le flambeau de la vérité.

La chimie horticole, notre science, est encore dans l'enfance et combien de générations de chercheurs seront-elles nécessaires pour seulement déblayer le terrain des idées surannées et reposer nos idées de vie végétale sur des bases solides. L'Agronomie a fait faire assez de progrès à l'Agriculture depuis quarante ans pour que nous voyions l'avenir couleur de rose.

Les idées nouvelles qui ont changé les procédés de culture, amélioré les rendements, favorisé des commerces comme celui des engrais, dont les tran-

sactions annuelles se chiffrent par dizaines de millions et ont eu pour conséquence d'accroître le patrimoine National, nous semblent plus faciles à appliquer à l'horticulture et à la culture maraîchère qu'à la grande culture des champs. Les conditions de culture, de milieu, le prix élevé des produits, tout favorise l'horticulteur.

L'enseignement des agronomes, nos maîtres, produira de fécondes semences qui commencent çà et là à germer au milieu de la jachère; au plus grand profit de nous tous horticulteurs, qui devons voir dans leurs idées comme autant de fanions autour desquels nous nous réunirons pour lutter contre les préjugés et sortir de la routine.

Malheureusement, quand on vient à examiner les recherches à tenter et l'immense somme de travail à produire avant d'avoir des idées exactes sur la vie, même d'un nombre très limité de plantes, on reste effrayé. Et, on se rend bien vite compte que l'initiative individuelle est impuissante à vaincre de pareilles difficultés. Les recherches sont trop longues et demandent de trop précises analyses, qui ne peuvent être exécutées que par des chimistes exercés, pourvus d'un bon laboratoire, puis de lentes expériences pour passer de la théorie à la pratique, expériences qui nécessitent des connaissances horticoles étendues.

Ce n'est pas au praticien qu'il faut demander des recherches scientifiques supplémentaires à son œuvre journalière; pas plus qu'au commerçant absorbé par ses affaires.

Comme nous n'avons malheureusement pas, en France, comme en Amérique, de généreux Mécènes qui mettent leurs millions au service de la science;

nous ne pouvons demander qu'au gouvernement de soutenir notre jeune science et faciliter son développement.

Il y arriverait rapidement en modifiant tout d'abord l'enseignement officiel actuel de l'Horticulture.

Le niveau des études à l'Ecole Nationale de Versailles devrait être élevé ou tout au moins une section d'enseignement supérieur pourrait y être créée.

Les élèves qui sortiraient de cette section, après y avoir étudié à fond les sciences naturelles, physiques et chimiques et abordé les divers problèmes de la physiologie végétale, de la chimie agricole et horticole diffuseraient rapidement les notions acquises et les étendraient rapidement à leur tour. Si l'on pouvait ajouter à cela la création de plusieurs stations analogues aux stations agronomiques, mais spécialement affectées aux études horticoles, on ferait un grand pas. Nous avons bien le laboratoire de recherches de l'École de Versailles; mais, il y est actuellement difficile paraît-il, malgré le zèle déployé, d'y faire des recherches, faute... de crédits ou de personnel. Peut-être un jour les Sociétés d'Horticulture s'unissant en une ligue, imiteront-elles les Sociétés d'Agriculture en créant des laboratoires techniques qui, dirigés par des savants éminents, seront appelés à étudier nombre de questions touchant à la vie et aux ennemis des plantes et répandront la lumière scientifique par leurs travaux et leurs publications.

Le jour où ces diverses améliorations seront un fait accompli, l'Horticulture Nationale, conseillée par la science, dominera la concurrence étrangère et puissamment productrice, accroîtra la richesse de la Nation.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Les rapports des plantes avec le sol.

CHAPITRE II

Considérations générales sur les sols.

CHAPITRE III

Le sol, soutien des plantes.

CHAPITRE IV

Le sol, source d'aliment des plantes.

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE V

Les sols naturels en place.

TERRAINS COMPOSITES

LE SOUS-SOL

CHAPITRE VI

Les sols modifiés par l'humus ou les amendements.

CHAPITRE VII

Mousses et sables.

CHAPITRE VIII

Terres modifiées artificiellement.

CHAPITRE IX

Composition des récoltes.

CHAPITRE X

Exemple de culture raisonnée.

CHAPITRE XI

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

BIBLIOTHÈQUE D'HORTICULTURE
ET DE JARDINAGE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE M. F. HEIM
Professeur agrégé d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Paris

Volumes parus (Avril 1896)

LA MOSAICULTURE, par S. Mottet, membre de la Société d'horticulture de France. — Histoire et considérations générales, Choix des couleurs, Tracé, Plantation, Entretien, Description, Emploi, Rusticité et multiplication des espèces employées à cet usage, etc. *Deuxième édition* revue et très augmentée. Un volume in-18 de 150 pages, cartonnage toile, avec 41 figures dont un grand choix de dessins de mosaïques avec légendes explicatives.......................... 2 fr.

GUIDE ÉLÉMENTAIRE DE MULTIPLICATION, par S. Mottet. — Etude des différents moyens d'effectuer des Semis, Boutures, Marcottes, Greffes et Divisions. Un vol. in-18 de 200 pages, avec 85 figures.......................... 2 fr.

MALADIES DES ARBRES FRUITIERS, par E. Sirodot, chef du laboratoire de recherches de la maison Vilmorin-Andrieux. — Un vol. in-18 carton. toile de 180 p. avec 50 fig. dans le texte.......................... 2 fr.

LES ENGRAIS EN HORTICULTURE. I. Théorie générale des engrais, par M. Joulie, pharmacien en chef de la maison municipale de Santé. — II. Emploi pratique des engrais en horticulture, par Maxime Desbordes, lauréat de la Société nationale d'Horticulture. Un volume in-18 cartonné toile de 150 pages avec tableaux.......................... 2 fr.

LES PLANTES ALPINES ET DE ROCAILLES, par H. Correvon, Directeur du Jardin alpin d'acclimatation à Genève. — Un vol. in-18 cartonné toile, de 200 pages avec 30 figures. 2 fr.

LES FOUGÈRES DE PLEINE TERRE et les Prêles lycopodes et sélaginelles rustiques, par H. Correvon. — 1 vol. in-18, cart. toile de 150 p. avec 68 fig. dans le texte..... 2 fr.

LES AZALÉES, par Léon Duval, horticulteur. — Historique, Multiplication, Culture, Forçage, Emploi, etc., etc. Un vol. in-18 cartonné toile de 112 pages, avec 23 figures......... 2 fr.

LES BROMÉLIACÉES, par Léon Duval. — Histoire, multiplication, culture et liste des jolies espèces. 1 vol. in-18 cart. toile, de 150 p. avec 46 fig. dans le texte................ 2 fr.

LES CHRYSANTHÈMES, par Georges Bellair, jardinier en chef des parcs et orangerie de Versailles, et Victor Bérat, ancien jardinier en chef de la ville de Roubaix. — Description, Histoire, Culture, Emploi. *Troisième édition*. Un vol. in-18 cartonné toile de 111 pages avec figures dans le texte (couronné par la Société nationale d'horticulture de France)......... 2 fr.

TRAITÉ D'HORTICULTURE PRATIQUE

CULTURE MARAICHÈRE — ARBORICULTURE FRUITIÈRE — FLORICULTURE — ARBORICULTURE D'ORNEMENT — MULTIPLICATION DES VÉGÉTAUX
MALADIES ET ANIMAUX NUISIBLES

OUVRAGE COURONNÉ PAR LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'HORTICULTURE DE FRANCE
(*Prix Joubert de l'Hiberderie*)

Par G. BELLAIR, jardinier en chef des parcs nationaux et de l'Orangerie de Versailles

(2e édition sous presse, paraîtra en octobre 1896)

PETIT GUIDE PRATIQUE

DE

JARDINAGE

CRÉATION ET ENTRETIEN D'UN PETIT JARDIN. — CULTURE ET MULTIPLICATION DES VEGÉTAUX. — PLANTES POTAGÈRES. — ARBRES FRUITIERS. — ARBRES ET ARBUSTES D'ORNEMENT. — PRINCIPALES FLEURS RUSTIQUES. — GAZON. — CALENDRIER DES SEMIS. — TRAVAUX, ETC., ETC.

Par S. MOTTET

Membre de la Société nationale d'horticulture de France.

1 vol. in-18 cartonné toile, de 350 pages, avec 310 figures dans le texte
Prix : **3** francs.

Conçu dans un sens essentiellement pratique, et ne visant qu'à mettre le petit jardinage à la portée de l'amateur dépourvu de notions, ce guide renferme toutes les indications nécessaires au débutant, relativement aux légumes les plus nécessaires, aux plantes les plus usuelles, aux fleurs les plus belles et aux meilleurs fruits.

LES

PLANTES BULBEUSES

TUBERCULEUSES ET RHIZOMATEUSES

ORNEMENTALES

DE SERRE ET DE PLEINE TERRE

Par D. GUIHENEUF

Professeur d'Arboriculture
Ancien multiplicateur en chef de la Société royale d'Horticulture de Londres.

Un volume in-18 jésus de 700 pages avec 227 figures dans le texte.
Prix : **6** fr.

TRAITÉ DE LA VIGNE ET DE SES PRODUITS

COMPRENANT

L'HISTOIRE DE LA VIGNE ET DU VIN DANS TOUS LES TEMPS ET DANS TOUS LES PAYS
L'ÉTUDE BOTANIQUE ET PRATIQUE DES DIFFÉRENTS CÉPAGES ;
LES FACTEURS DU VIN ; LE VIN AU POINT DE VUE CHIMIQUE ; SES ALTÉRATIONS ;
SES FALSIFICATIONS ET LA MANIÈRE DE LES RECONNAITRE ; LES EAUX-DE-VIE ;
LES VINAIGRES ; LES ENNEMIS DE LA VIGNE ET LA MANIÈRE DE LES COMBATTRE ;
LA VITICULTURE PRATIQUE, ETC.

Par MM.

L. PORTES

Chimiste et expert de la Chambre syndicale des marchands de vin en gros de Paris, pharmacien en chef de l'hôpital Saint-Louis,

F. RUYSSEN

Employé supérieur des contributions indirectes, chroniqueur scientifique, propriétaire viticulteur,

Ouvrage couronné (Grande médaille d'or) par la Société nationale d'Agriculture de France et par la Société des Agriculteurs de France et honoré d'une souscription par les ministères d'Agriculture de France et d'Italie

3 beaux volumes grand in-8 formant 2.300 pages, avec 554 figures dans le texte. Prix : 32 francs.

DESCRIPTION

DES

RAVAGEURS DE LA VIGNE

INSECTES ET CHAMPIGNONS PARASITES, REPRÉSENTÉS EN COULEURS AVEC INDICATION DES MEILLEURS MOYENS EMPLOYÉS POUR LES COMBATTRE.

Par JOLICŒUR (D.-H).

Secrétaire général de la Société de viticulture de l'arrondissement de Reims, etc., chevalier de la Légion d'honneur.

1 très beau volume in-4° jésus, de 230 pages de texte, avec 20 planches chromolithographiques dessinées d'après nature, tirées en 10 couleurs. Cartonné, avec fers spéciaux, monté sur onglets.. **40 fr.**

LES NÉPENTHES ET LEUR CULTURE

ÉTUDE BOTANICO-HORTICOLE SUR LES NÉPENTHES

Par J. RUDOLPH

Attaché à la Maison Vilmorin-Andrieux et Cie

MÉMOIRE COURONNÉ ET EXTRAIT

de la Société Nationale d'Horticulture de France.

1 brochure in-8° avec figures dans le texte . . . . 1 fr.

ATLAS

DES

CHAMPIGNONS COMESTIBLES ET VÉNÉNEUX

DE LA FRANCE ET DES PAYS CIRCONVOISINS

Par E. ROZE et CH. RICHON

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ DE BOTANIQUE DE FRANCE

2 volumes in-4° contenant 72 pl. en couleur où sont représentées les figures de 229 types des principales espèces de champignons recherchés pour l'alimentation et des espèces similaires suspectes ou dangereuses avec lesquelles elles peuvent être confondues, dessinées d'après nature avec leurs organes reproducteurs amplifiés par Charles Richon, docteur en médecine, membre de la Société botanique de France. Accompagné d'une monographie de ces 229 espèces et d'une histoire générale des champignons comestibles et vénéneux, par Ernest Roze, lauréat de l'Institut, membre de la Société botanique de France, etc. Texte illustré de 62 photogravures des dessins primitifs des anciens auteurs, d'après des reproductions exécutées par Charles Rollet.

En carton.. **90** fr.
Avec reliure spéciale .... **100** fr.

FLORE MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE

ET DES PAYS LIMITROPHES

Par L. QUÉLET

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE

1 fort volume in-12 de 250 pages........................ **8** fr.

Ce livre, de plus de 500 pages, est le résultat de vingt-cinq années de recherches et d'explorations incessantes dans les diverses provinces de la France et des pays les plus voisins. Il décrit, pour la première fois, toutes les espèces de champignons basidospores découvertes jusqu'à ce jour : c'est le développement de l'ouvrage : *les Champignons du Jura et des Vosges*, 1872-1875, qui constitua la première *Flore mycologique française*. A l'importante indication des *stations* naturelles et des *régions*, à la mention si précieuse des *propriétés* de chaque espèce, l'auteur ajoute la *synonymie* des principaux auteurs anciens ou modernes avec l'*iconographie* des meilleures figures publiées en France et à l'étranger.

Paris, — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.

GENS NERVEUX (MALADIES ET HYGIÈNE DES), par le Dr **Gélineau**, 1 vol. in-18 de 440 p., cartonné, avec fers spéciaux........................... 4 fr.

GUIDE DU VÉLOCIPÉDISTE POUR L'ENTRAINEMENT, LA COURSE ET LE TOURISME. Peau, respiration, circulation, digestion, système nerveux, muscles. articulations, entraînement, application médicale du vélocipède (obésité, goutte, rhumatisme, anémie, neurasthénie, hypocondrie, hystérie, folie, surmenage cérébral, névroses diverses, etc.). — Vélocipédie féminine. — Vélocipédie militaire. 2e édition de l'HYGIÈNE DU VÉLOCIPÉDISTE, par le Dr **P. Tissié**, 1 vol., de 400 p. et 42 fig., cartonné, fers spéciaux. 4 fr.

L'HYGIÈNE DU TOURISTE Locomotion en général, le muscle, l'homme en marche, la marche en montagne, l'entraînement, l'alimentation et l'équipement, les accidents, les contre-indications aux longues marches, par le Dr **R. Nogué**, 1 vol. in-18 raisin de 300 pages.. 3 fr.

LE NOUVEAU-NÉ PHYSIOLOGIE, HYGIÈNE, ALLAITEMENT, MALADIES LES PLUS FRÉQUENTES ET LEUR TRAITEMENT, par le Dr **A. Auvard**, accoucheur des hôpitaux de Paris. 2e édition, 1 vol. in-18 jésus, cart., avec 69 fig. dans le texte et une planche en couleur hors texte............ 2 fr. 50

HYGIÈNE DE L'ENFANT EN NOURRICE ET AU SEVRAGE, guide pratique de la femme qui nourrit, par le Dr **E. Toussaint**, inspecteur du service de protection des enfants du premier âge, etc., etc., 1 vol. in-18 jésus de 150 p. 1 fr. 50

LA SANTÉ DE L'ENFANT GUIDE PRATIQUE DE LA MÈRE DE FAMILLE, par le Dr **A. Godleski**, 1 joli vol., in-12 de 210 pages.... 2 fr. 50

L'ART DE DONNER LES SOINS et d'administrer les médicaments aux enfants malades par le Dr **Caradec**, Médecin de l'hôpital civil de Brest, directeur du journal *la Mère et l'Enfant* etc. Un volume in-12 de 145 pages. Prix : broché, 2 francs ; cartonné.. 2 fr. 50


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 056239194

